IL MANUALE

dell'irraggiamento termico

Progettazione di impianti di riscaldamento

Tubi Radianti a gas

Nastri Radianti a gas

Presentazione

Il presente Manuale Tecnico è stato scritto dall'Ufficio Tecnico della Impresind s.r.l. di Milano, sulla base di conoscenze ed esperienze maturate nel campo degli impianti di riscaldamento industriali realizzati con generatori ad irraggiamento funzionanti a gas.

Questa pubblicazione non vuole essere un testo di insegnamento della materia specifica, ma può essere utilizzata come guida da chi, non ancora esperto in questo campo, vuole progettare un impianto di riscaldamento industriale ad irraggiamento.

Gli autori desiderano rivolgersi soprattutto ai Progettisti Termotecnici con l'intento di illustrare le caratteristiche peculiari di un impianto ad irraggiamento e le caratteristiche funzionali e prestazionali delle macchine descritte.

Il ruolo della Impresind è quello di costruire delle macchine sempre più attuali, affidabili e sicure, conformi alle Direttive Comunitarie Europee e ulteriormente garantite dal nostro Sistema di Qualità Aziendale Certificato, conforme alla norma UNI EN ISO 9002.
Da qui in avanti è il Professionista che interviene, scegliendo il tipo di impianto e di macchine in funzione delle esigenze del progetto.

La stretta collaborazione tra il Costruttore ed il Professionista è quindi necessaria e fondamentale per assicurare la soddisfazione dell'utilizzatore dell'impianto.

Ci auguriamo pertanto di ricevere ogni suggerimento mirato a correggere o migliorare i nostri Manuali Tecnici, i Libretti d'Istruzione ed i Nostri Prodotti.

In una parola, saremo lieti di poter collaborare con Voi.

Impresind s.r.l.

Indice

L'irraggiamento
aspetti fisici e termotecnici

Prima di affrontare la progettazione e il dimensionamento di un impianto di riscaldamento ad irraggiamento, si ritiene possa essere utile descrivere questo tipo di energia ed il suo sistema di trasmissione del calore attraverso l'aria.

Tutti sappiamo che la trasmissione del calore può avvenire in tre diversi modi, ovvero per :

- CONDUZIONE (per contatto fra corpi) non direttamente interessante in termotecnica;

- CONVEZIONE (per spostamento o moto di materia) è il sistema che più frequentemente viene adottato nella climatizzazione degli ambienti, in particolare ad aria (aerotermi e/o generatori d'aria calda) oppure ad acqua calda, surriscaldata o a vapore (radiatori, aerotermi ad acqua);

- IRRAGGIAMENTO, emissione di energia elettromagnetica da parte di un corpo emettitore caldo, e trasformazione in calore da parte di un corpo assorbitore freddo.

L'oggetto di questa trattazione è l'analisi chiara e dettagliata del terzo fenomeno.

TUTTI I CORPI CHE DISPONGONO DI UNA TEMPERATURA SUPERIORE ALLO ZERO ASSOLUTO (-273° C) EMETTONO ENERGIA SOTTO FORMA DI IRRAGGIAMENTO ELETTROMAGNETICO.

L'emissione dell'energia elettromagnetica da parte del corpo caldo è dovuta all'eccitazione dei suoi atomi, provocata dalla sollecitazione termica alla quale sono sottoposti.

Tanto più forte è l'eccitazione, quanto più elevata è la temperatura del corpo emettitore.

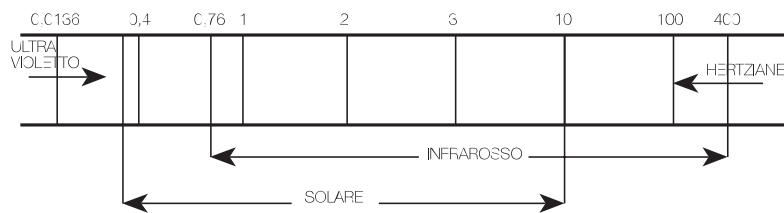
L'irraggiamento si propaga attraverso il vuoto, in linea retta, alla velocità di 300.000 Km/sec e quando incontra un corpo più freddo, questa energia, viene in parte riflessa, in parte assorbita con conseguente aumento della temperatura del corpo stesso.

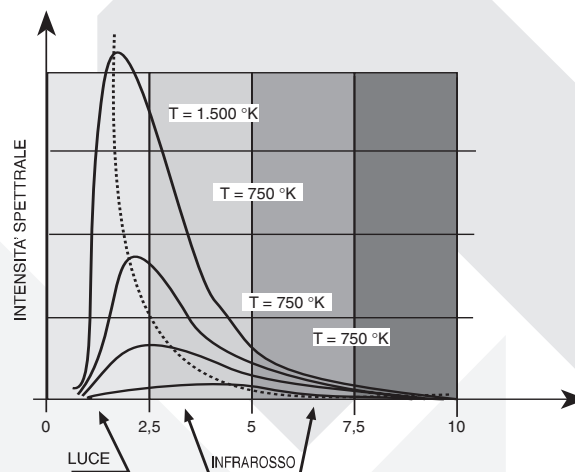
Scomponendo l'irraggiamento emesso attraverso un prisma si nota che questo è costituito da radiazioni semplici dette monocromatiche.

Ogni radiazione è caratterizzata da una lunghezza d'onda λ, è inversamente proporzionale alla frequenza υ di emissione.

$\lambda = C/\upsilon$ (ove C è la velocità della luce nel vuoto).

Ogni corpo è caratterizzato da un irraggiamento composto, continuo o discontinuo, a seconda che comporti o meno tutte le lunghezze d'onda da 0 all'infinito, e dall'intensità d'emissione d'energia nelle differenti lunghezze d'onda che lo compongono.
L'irraggiamento, a seconda della sua lunghezza d'onda, si colloca nell'ultravioletto, nello spettro visibile e nell'infrarosso e si compone, in parte dai raggi χ e dai raggi γ, in parte dalle onde radio.

Lo schema sotto riportato illustra la gamma delle possibili lunghezze d'onda interessanti.

L'emissione di energia, a seconda delle lunghezze d'onda componenti un irraggiamento, varia con la temperatura del corpo emettitore.
Si prenderà come base un emettitore a corpo nero ovvero un corpo teorico avente la proprietà di assorbire tutte le radiazioni a cui è sottoposto, il quale servirà da riferimento per definire il potere di emissione di tutti gli altri corpi. Il corpo nero è interessato da tutte le lunghezze d'onda da 0 all'infinito.

L'intensità spettrale It per una temperatura T data, varia in funzione della lunghezza d'onda (λ).
Le variazioni sono date dall'insieme delle curve del grafico (diagramma di Wien).

L'intensità spettrale ha il suo punto massimo ad una lunghezza d'onda λ, il cui valore è inversamente proporzionale alla temperatura: $\lambda = W/T$

Se si esprime T in gradi Kelvin e λ in micron, avremo W = 2.898.

Si noti che, per un corpo a temperatura sufficientemente elevata (1.500 °K), una buona parte dell'irraggiamento emesso, rientra nel campo del visibile (λ max compreso fra 0,4 e 0,8 µm). Più la lunghezza d'onda è bassa, più l'irraggiamento è "penetrante" ed aumenta la sua efficacia. In pratica, l'emissione verrà effettuata con una lunghezza d'onda compresa tra i 2 e gli 8 µm, ossia con corpi alla temperatura compresa fra i 100 °C ed i 1.000 °C.

Le curve del diagramma sopra illustrato, mettono in evidenza il fatto che:
- ad ogni temperatura il corpo nero irradia energia compresa in un vasto intervallo di lunghezza d'onda;
- ad ogni lunghezza d'onda, l'emissione aumenta con l'aumentare della temperatura;
- ad ogni temperatura, l'emissione ha un valore massimo in corrispondenza della lunghezza d'onda λ max;
- λ max, cui corrisponde il massimo dell'emissione, si sposta verso i valori minori, all'aumentare della temperatura.

La legge di Wien stabilisce quindi, che, il valore della lunghezza d'onda λ max, corrisponde al massimo dell'emissione, ed è inversamente proporzionale alla temperatura assoluta del corpo nero irradiante.

IL POTERE EMISSIVO - IL FLUSSO DI CALORE

Il potere emissivo di un corpo si definisce come la quantità di calore irradiata per unità di tempo e per unità di superficie in tutte le direzioni frontali all'emettitore.

Il valore del potere emissivo del corpo nero è dato dalla legge di Boltzman, ovvero:

$$q = \varepsilon \cdot T4$$

dove: ε = costante del corpo nero = $5{,}67 \cdot 10^{-8}$ T = temperatura assoluta del dell'emettitore

$$q = 5{,}67 \cdot (T/100)^4 \quad \text{espresso in W/mq}$$

Essendo T la temperatura assoluta del corpo nero, il potere di emissione dello stesso, è proporzionale alla quarta potenza della temperatura stessa.

Quando si ha la presenza di un secondo corpo, una parte del calore emesso dal primo raggiunge il secondo.

Esistono diverse tipologie di trasmissione di calore per irraggiamento:

- fra superfici piane affacciate
- fra corpi che si contengono
- **fra corpi comunque disposti nello spazio**

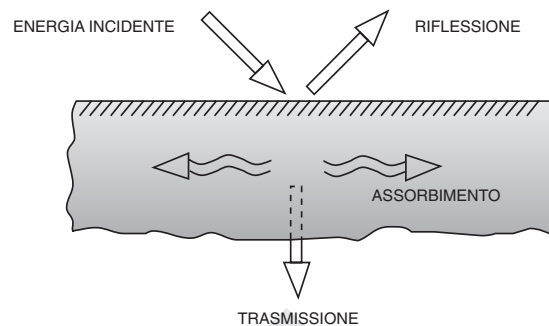
Quest'ultimo caso è quello che interessa il riscaldamento di ampi locali per mezzo di generatori ad irraggiamento, installati sopra l'area da riscaldare.

La quantità di calore per unità di tempo e per unità di superficie che raggiunge un altro corpo "comunque disposto" in una data direzione è funzione dell'angolo di inclinazione rispetto alla normale uscente dal corpo emettitore, dell'angolo di inclinazione del corpo ricevente rispetto alla congiungente i due corpi e inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza.

$$d\,q = q \cdot \cos\alpha \cdot \cos\beta \cdot [\,(A_1 \cdot A_2) / R^2\,]$$

dove:

- α: angolo di inclinazione della direzione considerata rispetto alla normale uscente dalla superficie emittente
- β: angolo di inclinazione della superficie ricevente rispetto alla direzione considerata
  - A_1: superficie emittente
  - A_2: superficie ricevente
  - R: distanza fra le due superfici

La parte di irraggiamento incidente che non è assorbita dal corpo ricevente, viene da questo riflessa come illustrato nella figura:

L'irraggiamento termico, per quanto riguarda gli aspetti della riflessione, rifrazione, ecc., segue le leggi dell'ottica.

Analogamente il secondo corpo emette calore e di esso una parte verrà assorbita dal primo.
La differenza tra i calori assorbiti dà il calore scambiato per irraggiamento fra i due corpi.
Naturalmente il calore complessivamente scambiato sarà ceduto dal corpo più caldo a quello più freddo e si parlerà così di trasmissione del calore per irraggiamento.

Il flusso di calore fra due corpi di superficie unitaria è dato dalla formula:

$$qr = \varepsilon . S . (T^4 - Ti^4)$$

dove: T - è la temperatura assoluta dell'emettitore; Ti - è la temperatura assoluta del ricevitore.

Nella maggior parte dei casi pratici l'irraggiamento è un fenomeno congiunto con la convezione in quanto generalmente i corpi irraggianti sono immersi in aria.

I generatori di calore a tubi radianti emettono calore anche per convezione (qc) secondo la formula:
qc = a . (T - Ti) dove (a) è il coefficiente di convezione ed è variabile in funzione della temperatura e della velocità dell'aria.

Quindi il calore totale scambiato fra i due corpi sarà:

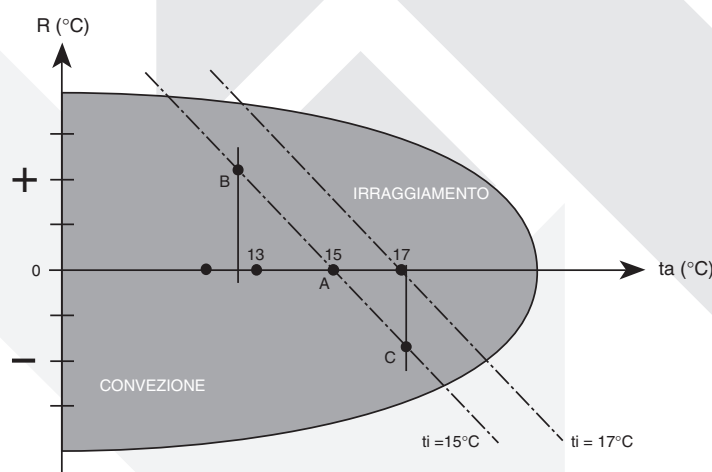
$$qt = \varepsilon . S . (T^4 - Ti^4) + a . (T - Ti)$$

Esaminando la formula si nota che, all'aumentare della temperatura T, il flusso di calore emesso per irraggiamento (qr), cresce molto più del flusso emesso per convezione (qc), che viene quindi considerato non influente in questa trattazione.

IL FATTORE RADIANTE "R"

E' utile ricordare che la sensazione di comfort avvertita da un individuo non dipende unicamente dalla temperatura dell'aria misurabile con un normale termometro, ma anche da altri parametri quali la velocità e l'umidità dell'aria e, soprattutto, dalla temperatura delle pareti in prossimità delle quali l'individuo si trova.
La temperatura interna (Ti), spesso chiamata temperatura ambiente, è quella percepita da un individuo che soggiorna in un ambiente.
Essa tiene conto di tutti i fattori che possono modificare i trasferimenti del calore corporale all'ambiente, influenzati dalla temperatura dell'aria ambiente (Ta) per gli scambi convettivi e dalla temperatura di tutte le pareti calde e fredde per l'irraggiamento.
La temperatura interna è espressa mediante la formula:

$$Ti = Ta + R$$

nella quale interviene una componente o fattore R, che traduce gli effetti degli scambi per irraggiamento.
Su un diagramma di coordinate (R, Ta) si può tracciare, per ogni valore di temperatura interna, una retta i cui punti rappresentano le condizioni ambientali avvertite da un individuo come equivalenti.

- Al punto A della retta (Ti = 15°C), l'individuo non è ricettore né emettitore di calore per l'irraggiamento.
  Il calore corporale è ceduto all'ambiente unicamente per convezione e la temperatura interna si confonde con quella dell'aria ambiente (Ti = Ta = 15°C).
- Al punto B di questa retta l'individuo è recettore di calore per irraggiamento (R>O). Questo apporto termico è compensato con un aumento del trasferimento del calore corporale attraverso una temperatura dell'aria più bassa che in A (Ta = 12,5°C).
- Infine, al punto C, l'individuo è emettitore di calore per irraggiamento (R<O). Questo calore ceduto alle pareti fredde del locale deve essere compensato con una riduzione degli scambi termici corporali attraverso la temperatura dell'aria più elevata che in A. (Ta = 17°C).

Il "fattore radiante" è inteso come l'innalzamento della sensazione di calore avvertita dagli individui e dagli oggetti, dovuta all'emissione infrarossa dell'emettitore.

In fase di calcolo devono essere considerati dei fattori molto importanti che, solitamente, sono ritenuti secondari per gli impianti a convezione, ovvero:

- **non si vuole riscaldare l'aria ma gli occupanti**
- **si dovrà ragionare in termini di copertura di superficie dal fattore radiante, non tanto di elevazione della temperatura dell'aria.**

Questi due concetti indicano che, per ottenere il gradiente di comfort desiderato, si tiene conto della temperatura dell'aria e soprattutto della temperatura (Tp) delle pareti e del suolo, nonché del fattore (R) dovuto all'effetto radiante.

Come accennato, una persona sottoposta ad irraggiamento termico si comporta come un corpo assorbitore che riceve parte di questa energia: la temperatura superficiale aumenta e si avverte la sensazione di calore.
La pelle dell'uomo è "trasparente" ad un irraggiamento infrarosso con $\lambda \leq 1{,}5$ µm che viene quindi assorbito in profondità, ma è relativamente "opaca" ad un irraggiamento infrarosso con lunghezza d'onda maggiore.

Al fine di fugare ogni ombra di dubbio sulla "pericolosità" del riscaldamento mediante generatori di calore ad irraggiamento, analizziamo alcune azioni fisiologiche dell'infrarosso sull'organismo umano ed animale.
In fisiologia, l'energia solare è indispensabile alla vita (l'infrarosso è una parte di questa energia; l'infrarosso non ha alcun effetto fotochimico; la pelle, che è la parte interessata all'assorbimento dell'energia prodotta dal sistema di riscaldamento in esame, reagisce in funzione dei pigmenti, del suo tasso di umidità e del suo tessuto cellulare).

In terapia l'irraggiamento infrarosso viene classificato nei seguenti tipi:
- $\lambda \leq 5$ µm = assorbimento superficiale
- $1{,}5 \leq \lambda \leq 5$ µm = assorbimento di epidermide e dermide
- $0{,}76 \leq \lambda \leq 1{,}5$ µm = assorbimento in profondità

In pratica, gli emettitori radianti impiegati nel riscaldamento si collocano nel secondo tipo con l'effetto di procurare agli individui una sensazione di comfort piacevole, lasciando l'aria circostante ad una temperatura relativamente più bassa.

Concludendo questo capitolo introduttivo sull'irraggiamento, al fine di evitare effetti negativi rispetto al comfort, all'economia, alla sicurezza totale, in fase progettuale si dovranno adottare alcune semplici ma fondamentali regole di dimensionamento, scelta dei modelli, fattibilità o meno degli impianti, posizionamento degli apparecchi.

Si dovrà quindi, sinteticamente:

- **salvaguardare in assoluto il comfort degli occupanti, evitando l'installazione di generatori troppo vicini agli stessi e/o di eccessiva capacità di emissione (potenzialità);**

- **ottimizzare la distribuzione al fine di ottenere una buona omogeneità di temperature risultanti sia orizzontalmente che verticalmente.**

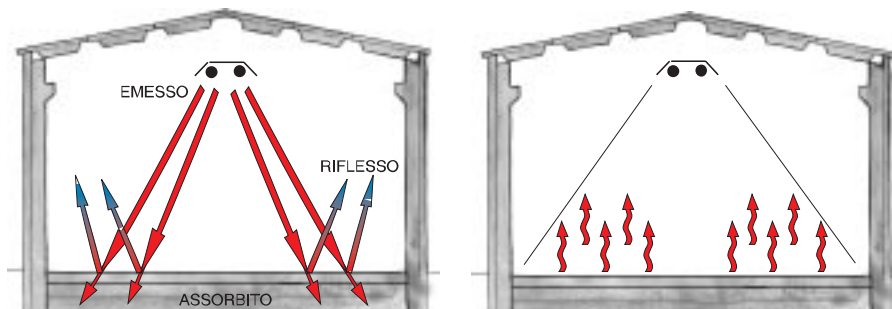
- **finalizzare la distribuzione allo scopo di ottenere (ove possibile) un tipo di irraggiamento incrociato per evitare la formazione di zone d'ombra, applicando la teoria dei campi incrociati usata in illuminotecnica**

VANTAGGI CLIMATICI

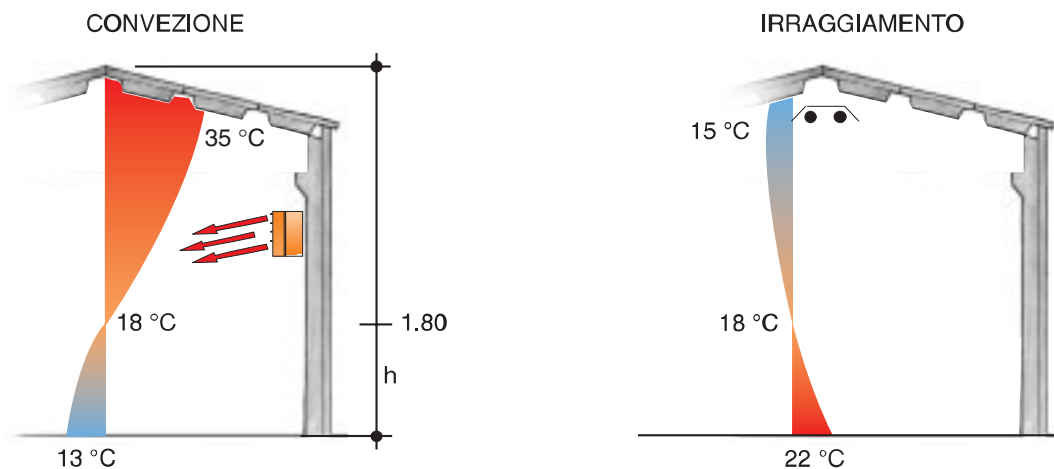
Come abbiamo visto nel capitolo precedente, il riscaldamento con generatori di calore ad irraggiamento sfrutta essenzialmente il fattore radiante delle onde elettromagnetiche e quindi non coinvolge il vettore di trasporto aria ambiente.

Questo è di fondamentale importanza ai fini della propagazione del calore; infatti nel riscaldamento ad irraggiamento l'aria ambiente non viene riscaldata, se non in misura assolutamente trascurabile.

Risulta quindi evidente che il sistema non riscalda il volume dello stabile ma riscalda le superfici investite dal fattore radiante. I corpi solidi sottoposti ad irraggiamento diretto assorbono parte dell'energia radiante emessa e la riemettono a loro volta contribuendo, in tal modo, al riscaldamento di tutto quanto si trovi nelle immediate vicinanze.

Una volta messo a regime l'impianto e successivamente lo stabile, il pavimento ed i corpi solidi investiti dall'irraggiamento contribuiscono a rendere uniforme il gradiente termico di tutta la zona operativa degli addetti.

Risulta dunque evidente che non si riscalda l'aria del locale e di conseguenza si evitano le stratificazioni di temperatura, presenti invece nel riscaldamento ad aria calda.

Il fenomeno fisico della stratificazione dell'aria calda porta inevitabilmente a disporre di un ambiente non riscaldato in maniera uniforme e a produrre uno spreco di energia.

Il riscaldamento per irraggiamento, oltre a determinare un gradiente termico omogeneo, non produce le stratificazioni di calore nella parte alta dell'ambiente.

Un altro vantaggio che deriva dall'uniformità del gradiente termico è quello dell'assenza assoluta di correnti d'aria, normalmente create dai moti convettivi prodotti dagli impianti ad aria calda.

Il sistema di riscaldamento mediante generatori di calore ad irraggiamento elimina anche la circolazione di polvere e di pulviscoli di lavorazioni, con evidente vantaggio per gli operatori presenti nell'ambiente.

E' importante considerare che, non essendo la temperatura dell'aria il principale fattore determinante il comfort ambientale, la termoregolazione dovrà essere effettuata tramite appositi sensori in grado di rilevare la componente termica dell'irraggiamento.

Infatti, a parità di comfort termico, la temperatura dell'aria in caso di irraggiamento è normalmente inferiore di 2÷3 gradi rispetto a quella di un sistema a convezione.

VANTAGGI IMPIANTISTICI

Dal punto di vista impiantistico il sistema con generatori di calore ad irraggiamento presenta diversi vantaggi rispetto ad altri sistemi.

Con un impianto ad irraggiamento si evita di impegnare dello spazio per la centrale termica e, considerato il costo degli spazi dell'industria, questo vantaggio è molto importante.

La quantità di materiale secondario è decisamente inferiore, per esempio, rispetto ad un impianto con aerotermi ad acqua calda: infatti, mentre per l'alimentazione di questi è necessario portare due tubi isolati (mandata e ritorno), con il sistema ad irraggiamento si impiega una sola tubazione per il gas, senza isolamento termico.

Considerando che in uno stabilimento industriale si rendono necessarie diverse linee di impianti vari, (aria compressa, riscaldamento, acqua fredda, linee elettriche, gas tecnici, ecc.), la possibilità di poter ridurre anche di un solo tubo gli ingombri, può alle volte essere utile.

VANTAGGI GESTIONALI

Oltre alle differenze relative agli aspetti costruttivi e di gradiente termico tra impianti ad irraggiamento ed impianti a convezione, né esistono anche sotto il profilo strettamente legato alla gestione.

Ad esempio, non dovendo riscaldare l'aria ambiente ma solo la superficie al suolo, non occorre mettere in funzione l'impianto con largo anticipo rispetto al periodo effettivamente interessato al riscaldamento.

Con un riscaldamento a convezione, normalmente per raggiungere un livello termico utile, è necessario accendere l'impianto a seconda delle tipologie di stabile, da 60 a 90 minuti prima.
Diversamente con un impianto ad irraggiamento, questo tempo di preriscaldamento è sensibilmente inferiore con conseguente notevole risparmio energetico.

Un'altra significativa differenza gestionale consiste nella possibilità di frazionamento dell'impianto in più zone, anche piccole, con l'adozione di temperature di esercizio diversificate, cosa molto difficile con un sistema a convezione.

Con il sistema radiante è possibile riscaldare un singolo posto di lavoro quando si renda necessario per una sola o poche lavorazione del ciclo produttivo.
Si ottiene così un'ottimizzazione dei consumi e un consistente risparmio energetico.

Nell'ipotesi di impianti studiati e dimensionati per esigenze di lavorazione ad isole produttive, si può addirittura consentire al singolo operatore di scegliere la temperatura che desidera, senza coinvolgere una intera zona o il suo collega che lavora a fianco.

I fattori caratterizzanti la diversa gestione degli impianti sostanzialmente possono essere sintetizzati con quanto sopra descritto, non escludendo, per casi particolari, altre diversità per esigenze lavorative ed impiantistiche.

GUIDA ALLA SCELTA DEL SISTEMA DI RISCALDAMENTO E ALLA PROGETTAZIONE DELL' IMPIANTO

Prima di adottare la soluzione di riscaldamento con generatori ad irraggiamento e prima di sviluppare la progettazione dell'impianto, si dovrà verificare se la tipologia edilizia del fabbricato ed il tipo di attività che in esso si andrà a svolgere, saranno in grado di recepire in maniera ottimale l'impianto proposto, soprattutto con riferimento a Leggi, Decreti, Regolamenti e Disposizioni in materia di Sicurezza ed Antincendio.

Si consiglia quindi di procedere secondo le seguenti fasi di lavoro:

1) Analisi e valutazione della tipologia edilizia del fabbricato

1.1 - Caratteristiche costruttive - Altezza di installazione
1.2 - Ventilazione e microclima all'interno del fabbricato
1.3 - Riscaldamento parziale

2) Analisi e valutazione dell'attività per la verifica del rischio di incendio

2.1 - Leggi e Decreti di riferimento
2.2 - Attività soggette o non soggette al controllo dei Vigili del Fuoco
2.3 - Scelta fra Nastri Radianti a gas o Tubi Radianti a gas

3) Calcolo del Fabbisogno Termico

3.1 - Leggi e Decreti di riferimento
3.2 - Le dispersioni termiche del fabbricato
3.3 - La temperatura dell'aria ambiente e di Comfort
3.4 - Il Fabbisogno Termico Teorico

4) Dimensionamento dell'impianto

4.1 - Copertura delle aree da riscaldare - coni di influenza
4.2 - Tipologie di impianto : totale, parziale, per postazione
4.3 - Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione
4.4 - L'impianto di adduzione e distribuzione del combustibile
4.5 - Aperture di aerazione

5) Gestione ed esercizio dell'impianto

5.1 - Leggi e Decreti di riferimento
5.2 - Termoregolazione
5.3 - Gestione, manutenzione e controllo dell'impianto

1) Analisi e valutazione della tipologia edilizia del fabbricato

1.1 - Caratteristiche costruttive - Altezza di installazione

L'elemento da esaminare inizialmente è la tipologia edilizia dello stabile in cui sarà installato il "nostro" impianto di riscaldamento ad irraggiamento.

Come già citato nel capitolo precedente, l'irraggiamento termico, se correttamente impiegato, non è assolutamente dannoso alla salute anzi, è un beneficio; è necessario però verificare a priori le condizioni di installazione ovvero la distanza alla quale i corpi emettitori (generatori ad irraggiamento) verranno a trovarsi rispetto alle persone presenti nell' ambiente da riscaldare.

Saranno pertanto da scartare a priori gli stabili dove le installazioni dei corpi emittenti saranno ad altezza inferiore a 4 m, mentre saranno da valutare attentamente quelle a quote superiori a 10m.

Infatti, nel primo caso gli occupanti sarebbero sottoposti ad un assorbimento eccessivo di irraggiamento termico, mentre nel secondo, dato che il fattore radiante varia in funzione del quadrato della distanza dall' assorbitore, l'irraggiamento al suolo potrebbe risultare insufficiente.

Precisiamo inoltre che è possibile comunque adottare per ambienti alti 3,5m l'installazione degli apparecchi a parete, ovvero con capacità di emissione di irraggiamento termico ridotto, a patto che le persone vengano a trovarsi a distanza superiore a 2,5 m.

1.2 - Ventilazione e microclima all'interno del fabbricato

L'impiego di un impianto di riscaldamento ad irraggiamento termico potrebbe, in taluni casi, essere sconsigliata anche per la presenza all'interno dei locali di eccessive correnti d'aria (maggiori a 2,5 metri/sec.), in quanto tale fenomeno darebbe origine all'effetto "vento" che potrebbe ridurre il beneficio del fattore radiante.

Altra limitazione generica, potrebbe provenire da locali con notevole presenza di acqua o umidità, in quanto, l'evaporazione della stessa, creerebbe un ulteriore abbassamento della temperatura circostante al personale addetto.

1.3 - Riscaldamento parziale

Ultima considerazione, che non deve però essere intesa come una limitazione assoluta, si ritiene doverosa per quanto concerne il riscaldamento ad irraggiamento di aree molto piccole (nell'ordine di 30 - 40 mq) considerate come "isole calde" in un contesto freddo circostante.

Per questi casi, il Fabbisogno Termico calcolato come illustrato nel capitolo successivo, dovrà essere aumentato almeno del 30-40%, essendo molti i fattori negativi che influenzano l'area interessata e si dovrà prevedere più di un apparecchio emettitore in modo da ottenere l'irraggiamento incrociato e non unilaterale rispetto all'operatore.

2) Analisi e valutazione dell'attività per la verifica del rischio di incendio

2.1 - Leggi e Decreti di riferimento

- D.M. n° 74, 12 aprile 1996
"Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici alimentati da combustibili gassosi".

- D.P.R. n° 689, 26 maggio 1959
"Determinazione delle aziende e lavorazioni soggette, ai fini della prevenzione incendi al preventivo esame ed al collaudo del Comando del Corpo dei Vigili del Fuoco".

- Legge 7 dicembre 1984, n° 818
"Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica degli articoli 2 e 3 della legge 4 marzo 1982, n° 66".

- D.M. 8 marzo 1985
"Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n° 818, art. 2".

2.2 - Attività soggette o non soggette al controllo dei Vigili del Fuoco

La pericolosità di alcuni tipi di attività cui lo stabile è destinato può escludere a priori l'installazione di impianti funzionanti a gas **oppure obbligare la scelta di installare Nastri Radianti anziché Tubi Radianti.**

Infatti, i Tubi Radianti vengono installati solo all'interno del fabbricato mentre i Nastri Radianti prevedono l'installazione del gruppo di combustione all'esterno.

Le attività di lavorazione e deposito di sostanze infiammabili e/o esplosive non possono essere riscaldate da impianti con generatori a scambio diretto installati all'interno dell'edificio, ad esempio:

- stabilimenti ove si effettui la verniciatura in cabine aperte a pressione diversa da quella ambiente;
- stabilimenti ove possano verificarsi formazioni di polverini di legno e/o assimilabili, quali falegnamerie, mobilifici, smerigliatura di componenti legnosi e simili;
- attività ove siano presenti autoveicoli, ad esempio officine di riparazione, carrozzerie, e simili;
- tutte quelle attività per le quali è prevista la presenza di persone sotto forma di affollamento, ad esempio supermercati, palazzetti dello sport, e locali pubblici in genere;
- depositi di materiali combustibili o infiammabili, come carta, pellicole, diluenti, alcooli, ecc.

Come si nota, si tratta di attività che necessitano di Certificato di Prevenzione Incendi in base all'elenco del Decreto del Ministro dell'Interno del 16 Febbraio 1982 (G.U. n. 98 del 9 Aprile 1982).

In alcuni di questi casi è concessa l'installazione di impianti con generatori a scambio diretto con l'ottenimento di parere di deroga, rilasciato dal Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco.

Diversamente, quando l'impianto di riscaldamento è costituito da generatori a scambio diretto il cui gruppo di combustione sia installato all'esterno del fabbricato (es. Nastri Radianti a gas, serie TUB-ONE) è autorizzata l'installazione dell'impianto, in quanto l'alimentazione del combustibile e la combustione avvengono a " cielo aperto " e non possono generare alcun rischio d'incendio all'interno dell'edificio.

Per quanto riguarda tutte le attività non soggette al controllo dei VV.F. , l'installazione di un impianto di riscaldamento con generatori ad irraggiamento a scambio diretto è ammessa e regolata da conosciute e diffuse Norme Tecniche e Leggi di riferimento.
Queste sono relative alle caratteristiche delle macchine e delle apparecchiature, dei luoghi di installazione, degli impianti di adduzione e distribuzione del combustibile, al controllo, alla manutenzione, alla gestione dell'impianto, alla sicurezza ed al risparmio energetico.

2.3 - Scelta fra Nastri Radianti a gas o Tubi Radianti a gas

Nei luoghi di installazione dove non esistono limitazioni o prescrizioni come sopra elencato e descritto, la scelta fra Tubi Radianti e Nastri Radianti è soggettiva ed orientata dalle esigenze o dalle preferenze dell'utilizzatore dell'impianto.
A puro titolo orientativo si può fare riferimento alla seguente tabella:

Altezza del capannone	4 m	5m	6m	7m	8m	9m	10m	Oltre10
Temperatura di progetto	18°C	18°C	18°C	18°C	18°C	18°C	16°C	16 °C
Tubi Radianti a gas	**cc**	**cc**	**ccc**	**cccc**	**ccc**	**ccc**	**ccc**	**cc**
Nastri Radianti a gas	**cc**	**ccc**	**cccc**	**cccc**	**ccc**	**ccc**	**ccc**	**cc**

c = Poco confortevole - **cc** = Accettabile - **ccc** = Confortevole - **cccc** = Molto confortevole

Per i luoghi di installazione soggetti alle limitazioni e prescrizioni della Prevenzione Incendi, si può fare riferimento alla tabella della pagina seguente, una comoda e pratica guida per individuare rapidamente le attività dove è possibile o meno installare un impianto con Tubi Radianti a gas o con Nastri Radianti a gas.

ELENCO DELLE ATTIVITA' DOVE E' POSSIBILE L'IMPIEGO DI GENERATORI AD IRRAGGIAMENTO A GAS

La categoria è riferita all'elenco delle attività soggette al controllo dei VV.F. , D.M. 16/02/1982

LAVORAZIONI INDUSTRIALI	**Categorie**	**Nastri Radianti**	**Tubi Radianti**
Stabilimenti ed impianti ove si producono e/o impiegano gas combustibili e gas comburenti.	1,3,12,13,14	NO	NO
Depositi o rivendite di gas combustibili e/o liquidi infiammabili.	15,16,17	NO	NO
Officine e laboratori con saldatura e taglio dei metalli con gas combustibili e/o comburenti.	8	**SI**	**SI**
Aziende per la seconda lavorazione del vetro.	11	**SI**	**SI**
Produzione e/o impiego di vernici, inchiostri, lacche infiammabili e solventi infiammabili.	19,20,22	NO	NO
Officine o laboratori per la verniciatura con vernici infiammabili e/o combustibili.	21	**SI**	NO
Produzione, impiego, presenza di sostanze instabili, infiammabili ed esplosive.	23,24,25,26,27,28,29,30	NO	NO
Produzione, impiego, presenza di fosforo, zolfo, magnesio, elektron, leghe a base di magnesio.	31,32,33,34	NO	NO
Produzione di cereali, vegetali in genere, surrogati del caffé, zucchero, pasta e tabacco.	35,36,37,38,39,40,41	NO	NO
Produzione della carta e dei prodotti cartotecnici.	42,43	**SI**	**SI**
Stabilimenti per lo sviluppo e la stampa delle pellicole cinematografiche.	52	**SI**	NO
Industrie dell'arredamento, dell'abbigliamento e della lavorazione della pelle e delle calzature.	49	**SI**	NO
Stabilimenti ed impianti per la produzione, lavorazione e/o deposito della gomma.	54,55,56	**SI**	NO
Stabilimenti ed impianti per la produzione e lavorazione e/o deposito di materie plastiche.	57,58	**SI**	**SI**
Produzione, lavorazione, di resine, fitofarmaci, coloranti, prodotti farmaceutici e concimi .	59,6	**SI**	**SI**
Stabilimenti ed impianti per la fabbricazione e/o detengono cavi e conduttori elettrici isolati.	61	**SI**	**SI**
Produzione di lampade, pile ed accumulatori, valvole elettriche , ecc.	65	**SI**	**SI**
Stabilimenti siderurgici e per la produzione di altri metalli.	66	**SI**	**SI**
Stabilimenti ed impianti per la zincatura, ramatura e lavorazioni per la fusione di altri metalli.	67	**SI**	**SI**
Stabilimenti per la costruzione di aeromobili, automobili, motocicli, carrozzerie e rimorchi....	68,71	**SI**	**SI**
Cantieri navali.	69	**SI**	**SI**
Stabilimenti per la costruzione e riparazione di materiale ferroviario.	70	**SI**	**SI**
Officine per la riparazione di autoveicoli a gasolio.	72	**SI**	**SI**
Officine per la riparazione di autoveicoli a benzina.	72	**SI**	NO
Stabilimenti ed impianti ove si producono laterizi, maioliche, porcellane e simili	73	**SI**	**SI**
Cementifici	74	**SI**	**SI**
Stabilimenti per la produzione di sapone, candele, oggetti di cera, ecc.	81	NO	NO
Locali adibiti a depositi di merci e materiali vari, con superficie superiore a 1.000 mq.	88	**SI**	**SI**
Tipografie, litografie, stampa in offset ed attività similari.	93	**SI**	NO

LAVORAZIONI DEL LEGNO			
Lavorazione e deposito di legnami, paglia, fieno, canne, fascine, carbone, carbonella, sughero...	46,5	NO	NO
Stabilimenti e laboratori per la lavorazione del legno, materiale in lavorazione e/o in deposito.	47	**SI**	NO

LAVORAZIONI TESSILI			
Produzione, lavorazione, presenza di fibre tessili e tessuti, tele cerate, lineolum.......	48	NO	NO

LOCALI SPORTIVI E DI PUBBLICO SPETTACOLO			
Teatri di posa per le riprese cinematografiche e televisive.	51	**SI**	NO
Laboratori di attrezzerie e scenografie teatrali.	53	**SI**	**SI**
Locali di spettacolo e di intrattenimento con capienza superiore a 100 posti	83	NO	NO
Locali soggetti ad affollamento con densità inferiore a 0,4 persone/mq.		**SI**	**SI**
Attività sportive in cui non sia ammessa la presenza di pubblico.		**SI**	**SI**
Attività sportive soggette ad affollamento con densità inferiore a 0,4 persone/mq.		**SI**	**SI**

3) Calcolo del Fabbisogno Termico

3.1 - Leggi e Decreti di riferimento

- Legge 9 gennaio 1991, n° 10
“Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia”.

- D. P. R. 26 agosto 1993, n° 412
“Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n° 10”.

3.2 - Le dispersioni termiche del fabbricato

Descrivendo il fenomeno fisico dell'irraggiamento termico, si è visto che la temperatura dell'aria ambiente, rilevabile con un normale termometro, è inferiore a quella effettivamente percepita dall'occupante, ovvero si è dimostrato che il fattore radiante influisce sulla condizione di benessere degli individui che lo assorbono.

Il fatto che la temperatura dell'aria ambiente possa essere mantenuta più bassa rispetto a quella stabilita secondo i criteri di riscaldamento convenzionale è molto importante e influente nel calcolo delle dispersioni termiche attraverso le strutture che si trovano al di sopra della linea di installazione degli apparecchi e di quelle che si trovano al di sotto di tale quota.

E' risaputo che le dispersioni termiche dipendono dal coefficiente di trasmissione K delle strutture, dalla superficie disperdente S e dalla differenza di temperatura fra interno ed esterno, secondo la legge:

$$Q = K \cdot S \cdot (Ti - Te)$$

Se la temperatura dell'aria è diversa sopra e sotto la linea di installazione a causa del fattore radiante e del parziale apporto di calore per convezione, e se non dobbiamo riscaldare (non più di tanto) l'aria del volume inferiore, necessariamente, il calcolo delle dispersioni di calore delle strutture dovrà essere eseguito in maniera diversa da quello impiegato per il calcolo degli impianti a convezione.

Il calcolo delle dispersioni per il sistema ad irraggiamento differisce da quello tradizionale in quanto si eseguono due calcoli distinti, uno per le strutture al di sopra della quota di installazione ed uno per quelle al di sotto, impiegando al formula indicata , non calcolando il pavimento se non per il suo ponte termico **e considerando inizialmente solo 1°C di salto termico !**

Ad operazione effettuata, si esegue **il calcolo delle dispersioni per rinnovo aria** secondo le formule:

$$D\ air\ sup. = 0{,}34 \cdot n \cdot V\ sup. \quad \text{(sopra linea install.)}$$

$$D\ air\ inf. = 0{,}34 \cdot n \cdot V\ inf. \quad \text{(sotto linea install.)}$$

$$D\ air\ tot. = D\ air\ sup. + D\ air\ inf.$$

dove:

(V sup.) = volume sopra la linea di installaz.

(V inf.) = volume sotto la linea di installaz.

(n) = numero di ricambi/ora

questo per le differenti temperature dell'aria nelle due zone e quindi per avere la possibilità successivamente di distinguere le due grandezze.

A questo punto si passa **alla determinazione del rapporto di forma dello stabile;** notevole importanza assume la conformazione geometrica dello stabile per una migliore distribuzione del fattore radiante, ovvero, più lo stabile sarà alto più sarà influente il fattore radiante .

$$u = \frac{S\ tetto + S\ pareti}{S\ suolo}$$

Sulla base delle dispersioni al di sotto della linea di installazione, del fabbisogno per riscaldamento del volume d'aria inferiore, della superficie dell'area considerata, nonché della differenza di temperatura fra ambiente ed esterno, si determinerà ora la potenza minima necessaria sotto la linea di installazione:

$$q\ min. = \frac{D\ inf. + D\ air\ inf.}{S.\ suolo} \cdot (Ti - Te)$$

dove:

(D inf) sono le dispersioni sotto l' installaz.

(D air inf) è il fabbisogno per l'aria sotto l' installaz.

(S suolo) è la superficie del pavimento in mq.

(Ti) è la temperatura interna di calcolo

(Te) è la temperatura minima esterna di calcolo

A questo punto si potrà determinare il **fattore radiante** corrispondente alla tipologia specifica dell'impianto che stiamo calcolando, mediante la formula:

$$R = 0{,}015 \cdot (5 - u) \cdot q\ min.$$

dove:

0,015 è un numero fisso (media di vari fattori angolari di incidenza e riflessione)

5 è il rapporto di forma del " cubo "

(u) è il rapporto di forma calcolato

(q min.) è la potenza minima sotto la linea di installazione.

3.3 - La temperatura dell'aria ambiente e di Comfort

Avendo determinato il fattore radiante, a questo punto siamo in grado di calcolare l'effettiva temperatura dell'aria:

$$Ta = Ti - R$$

dove:

(Ti) è la temperatura dell'aria di calcolo

(R) è il fattore radiante calcolato.

3.4 - Il Fabbisogno Termico Teorico

Si riprendono quindi i valori di dispersione dalle strutture, precedentemente determinati per un grado centigrado di salto termico, e si determina la **potenza occorrente complessiva**, sulla base della effettiva temperatura dell'aria, secondo la formula:

$$D\ pareti = D\ inf \cdot (Ti - Te) + D\ sup \cdot (Ta - Te)$$

dove:

D inf = dispers. della parte infer.

D sup = dispers. della parte super.

Ti = temper. Interna desiderata (°C)

Te = temper. esterna di progetto (°C)

Ta = temper. dell'aria misurabile (°C).

Viene quindi determinata la **potenza occorrente per il ricambio dell'aria** secondo la formula:

D air. = D air tot. . (Ta - Te)

<u>dove (Dair tot.) è la somma dei valori per ricambio d'aria nei volumi superiore ed inferiore, precedentemente calcolati.</u>

Per ultimo si calcola il fabbisogno di potenza per intermittenza di funzionamento secondo la formula:

D int = D pareti, maggiorato del 15 % ÷ 40%.

Infine, sommando i valori delle dispersioni delle pareti, dell'intermittenza, dei ricambi d'aria, otterremo la potenzialità complessiva TEORICA occorrente per riscaldare lo stabile alle condizioni di calcolo previste:

D pareti + D intermitt. + D air = Fabbisogno Termico Teorico

E' interessante evidenziare che, a differenza di un sistema a convezione, essendo la temperatura effettiva dell'aria inferiore a quella di calcolo anche il fabbisogno termico risulta ridotto.
Più il fabbricato è alto, più si riduce il fabbisogno termico rispetto ad un sistema a convezione.

Il metodo di calcolo illustrato è naturalmente suscettibile di integrazioni e correzioni che il Progettista vorrà apportare, in funzione della reale situazione edilizia e climatica e di tutte le informazioni necessarie per stabilire un preciso incremento di potenza per ricambi d'aria, per altezza, per ponti termici, per intermittenza o per altre ragioni legate alla attività svolta all'interno dell'edificio.
Per questo motivo il metodo di calcolo illustrato non deve essere considerato sufficiente a garantire risultati prestazionali e di soddisfazione se non viene sviluppato da un Professionista Abilitato.

<u>La Impresind può fornire , a richiesta, un software pratico e di rapido utilizzo per il calcolo del fabbisogno termico per impianti ad irraggiamento, impostato su fattori di correzione medi relativi a fabbricati ed attività più comuni e diffusi sul territorio Italiano.</u>

4) Dimensionamento dell'impianto

4.1 - Copertura delle aree da riscaldare - coni di influenza

Nel capitolo precedente si è indicato il metodo da adottare per determinare il fabbisogno termico teorico dello stabile da riscaldare mediante l'irraggiamento, e si è determinata la scelta fra **Tubi Radianti Ray-Red e Nastri Radianti Tub-One.**

Occorre ora individuare il modello e la quantità di generatori da impiegare per garantire una completa ed ideale copertura delle aree da riscaldare.
Si dovrà quindi eseguire il disegno in pianta e sezione dei locali e **costruire i coni e le aree di influenza dell'irraggiamento.**

Il procedimento è identico sia per i Tubi Radianti che per i Nastri Radianti, tenendo però conto delle rispettive tabelle, di seguito indicate, per le dimensioni delle aree di influenza e degli interassi di posizionamento rispetto alle altezze di installazione.

Al fine di evitare inconvenienti relativi ad eccessiva o insufficiente trasmissione di calore si consiglia di rispettare i valori indicati nelle tabelle.
Ricordiamo infatti l'importanza del rapporto fra la potenzialità del generatore emettitore (potere emissivo) e la sua altezza di installazione rispetto al suolo.

E' utile sapere che i Tubi Radianti **Ray-Red** hanno una temperatura superficiale media di circa 300°C e, secondo il modello, **producono un'emissione termica media da 3 kW a 5 kW per metro lineare della loro lunghezza.**

I Nastri Radianti **Tub-One** invece, hanno una temperatura superficiale media di circa 200°C e **producono una emissione termica media di 1,7 kW per metro lineare della loro lunghezza.**

Si può affermare quindi che i Tubi Radianti **Ray-Red** sono più indicati per il riscaldamento dei locali più alti e più disperdenti, o per soddisfare aree parziali e piccole postazioni di lavoro.
I Nastri Radianti **Tub-One** invece producono un riscaldamento più "soft" e confortevole, meglio distribuito nel locale, e sono quindi più indicati per gli ambienti più bassi o meno disperdenti, più ampi e più omogenei.

E' utile segnalare che le lunghezze di questi generatori e le temperature superficiali di emissione sono definite per ogni modello, quindi è possibile conoscere sempre la quantità di potenza emessa verso il suolo.
In caso contrario, qualora la lunghezza del generatore non fosse definita in relazione alla sua potenza termica ma dipendesse dal lay-out dell'impianto, anche le temperature superficiali non sarebbero definite e quindi sarebbe molto difficile stabilire a priori la quantità di potenza effettivamente emessa verso il suolo.
Infatti, le tubazioni che compongono il circuito radiante altro non sono che lo scambiatore della macchina e, al variare della lunghezza, a parità di potenza del bruciatore, varia la temperatura superficiale media, la distribuzione del carico termico e quindi il potere emissivo globale.

E' quindi indispensabile conoscere sempre la temperatura superficiale delle tubazioni in funzione della loro lunghezza e della potenza termica del bruciatore se si vuole verificare la quantità di potenza radiante emessa al suolo.

Tabella per installazione di Tubi Radianti Ray•Red

MODELLO		Ray 1E			Ray 2E			Ray 3E			Ray 4E		
		A	B	I max	A	B	I max	A	B	I max	A	B	I max
Altezza di installazione	4 m	6,50	7,00	4,00									
	5 m	8,00	8,00	6,00	8,00	10,00	6,00						
	6 m				9,50	11,00	7,50	11,00	12,00	9,00	11,00	14,00	9,00
	7 m				11,00	12,00	9,00	11,50	14,00	9,50	11,50	16,00	10,00
	8 m				12,00	13,00	10,00	13,50	15,00	11,00	13,50	17,00	11,50
	9 m							15,00	16,00	13,00	15,00	18,00	13,00
	10 m										16,00	19,00	14,00

= Interasse

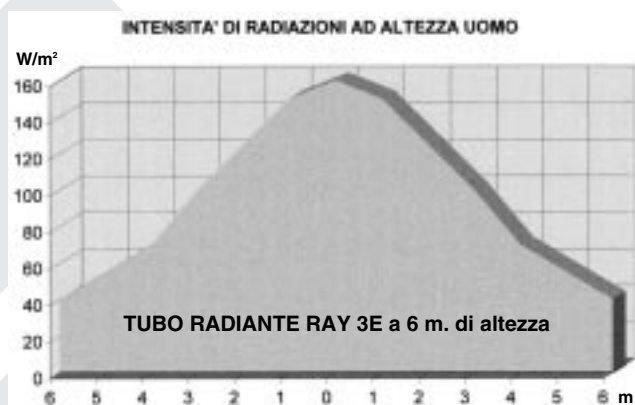
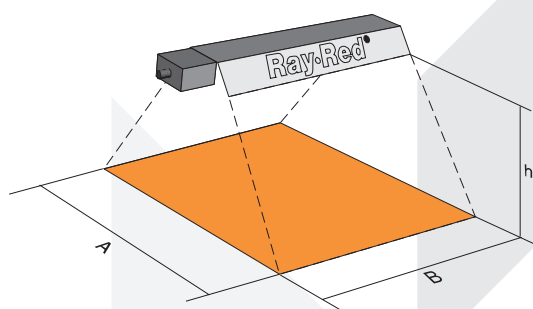
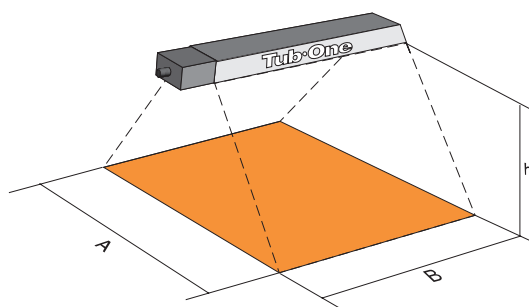
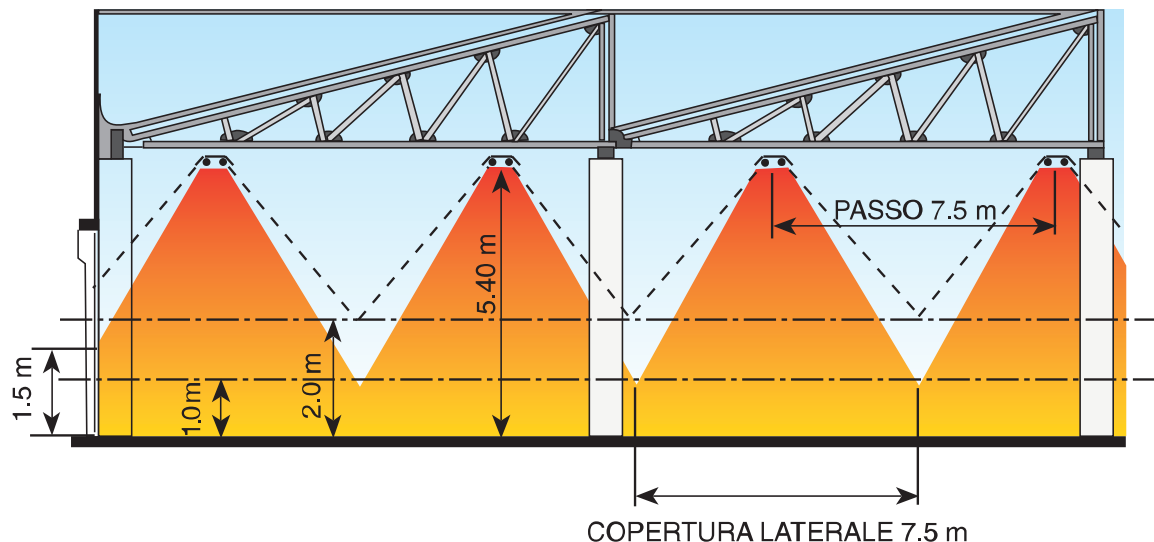



Tabella per installazione di Nastri Radianti Tub•One

MODELLO		RCF 35/20 m			RCF 50/30 m			RCF 80/50 m			RCF 100/60 m			RCF 150/70 m			RCF 200/80 m		
		A	B	I max	A	B	I max	A	B	I max	A	B	I max	A	B	I max	A	B	I max
Altezza di installazione	5 m	8,00	24,00	10,00	8,00	34,00	10,00	8,00	54,00	10,00	8,00	64,00	10,00	8,00	74,00	10,00	8,00	84,00	10,00
	6 m	9,50	25,00	10,00	9,50	35,00	10,00	9,50	55,00	10,00	9,50	65,00	10,00	9,50	75,00	10,00	9,50	85,00	10,00
	7 m	10,50	25,50	10,00	10,50	35,50	10,00	10,50	55,50	10,00	10,50	65,50	10,00	10,50	75,50	10,00	10,50	85,50	10,00
	8 m	11,50	26,00	9,00	11,50	36,00	9,00	11,50	56,00	9,00	11,50	66,00	9,00	11,50	76,00	9,00	11,50	86,00	9,00
	9 m	12,50	26,50	8,00	12,50	36,50	8,00	12,50	56,50	8,00	12,50	66,50	8,00	12,50	76,50	8,00	12,50	86,50	8,00

I = interasse

Nella fase di esecuzione grafica della ipotesi di posizionamento, si dovrà tener presente che i coni di influenza non devono incrociarsi al suolo, ma ad una altezza di almeno 1,5 metri .

Gli interassi laterali tengono in considerazione il fatto che i generatori Ray•Red e Tub-One, oltre a fornire un cono d'influenza d'irraggiamento cosiddetto diretto di circa 90° sono in grado di creare anche un cono aggiuntivo di irraggiamento indiretto di circa 110° .

Si osservi però che l'irraggiamento indiretto è in grado di sviluppare circa la metà del fattore radiante di quello diretto, pertanto, l'incrocio dei coni di influenza avverrà ad una altezza da terra di circa 2 metri, ovvero ad altezza persona.
Ciò vale solamente per le zone centrali e non per quelle confinanti con le pareti esposte direttamente verso l'esterno.
In quest'ultimo caso occorre ravvicinare l'apparecchio alla parete, in quanto come accennato nel capitolo riguardante gli aspetti fisici dell'irraggiamento, la sensazione di benessere fisiologico deriva anche dalla neutralizzazione degli irraggiamenti negativi che provengono ad esempio dalle pareti e dalle vetrate.

Inoltre, qualora nel locale vi fossero macchine o impianti di processo molto voluminosi o molto alti, si faccia attenzione a non creare " zone d'ombra" irraggiando inutilmente queste attrezzature senza riscaldare gli addetti.

Infine è necessario rispettare le disposizioni indicate nell'allegato al D.M. del 12 Aprile 1996 :

Distanze minime:
- 4,0 m dal pavimento e da materiali combustibili
- 0,6 m dalle pareti

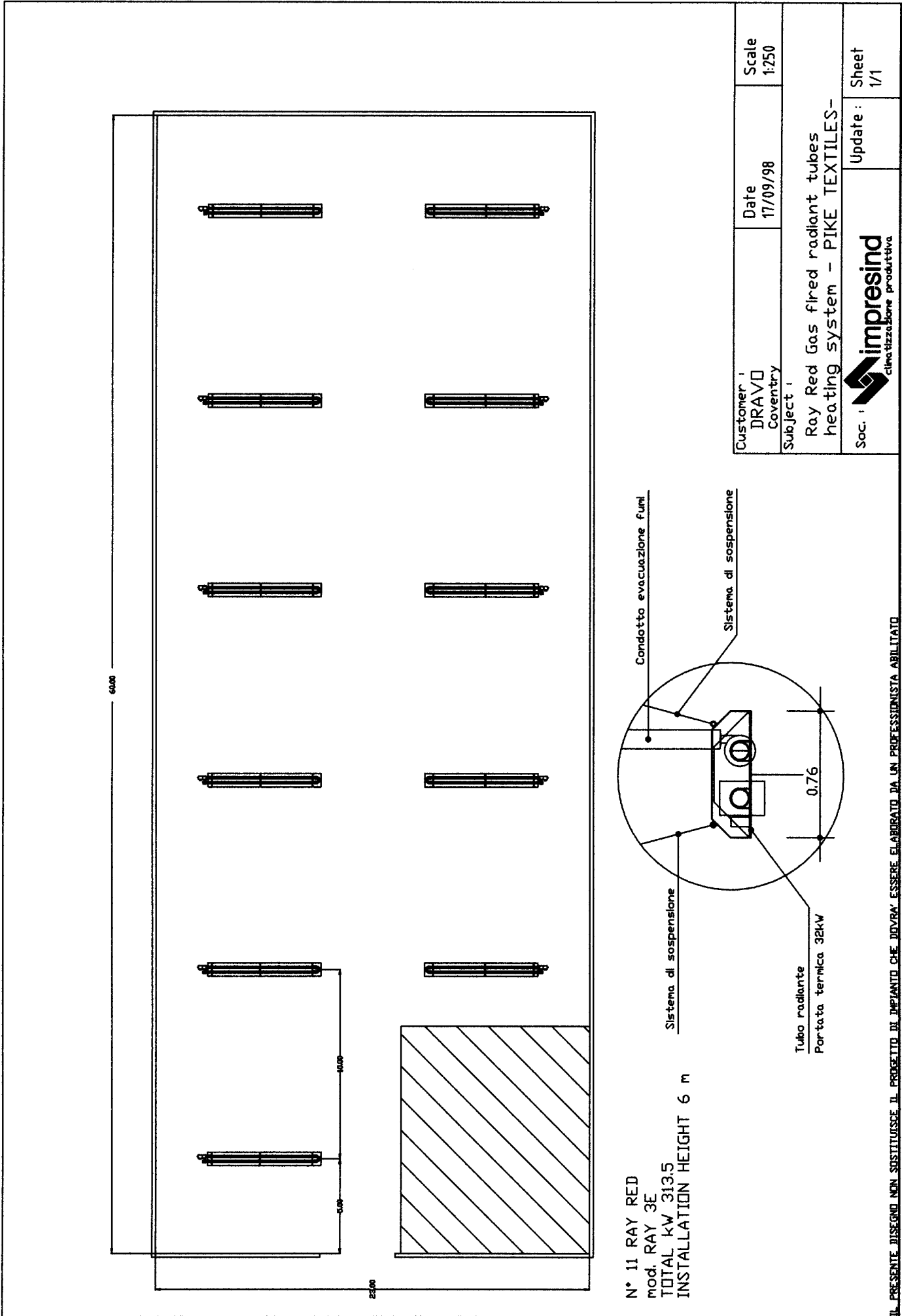
Installazioni all'esterno:
- "la parete attraversata deve essere almeno REI 30 e di materiale in classe 0 di reazione al fuoco, priva di aperture intorno all'apparecchio per almeno 0,5 m lateralmente e 1 m superiormente. In caso contrario l'apparecchio deve distare almeno 0,6 m dalla parete oppure deve essere interposta una struttura almeno REI 120, più larga dell'apparecchio di 0,5 m e di 1 m superiormente".

4.2 - Tipologie di impianto: totale, parziale, per postazione

A seconda delle esigenze specifiche, dettate dalla tipologia edilizia, dal tipo di lay-out o dalle necessità di gestione, potranno essere adottate diverse tipologie d'impianto.

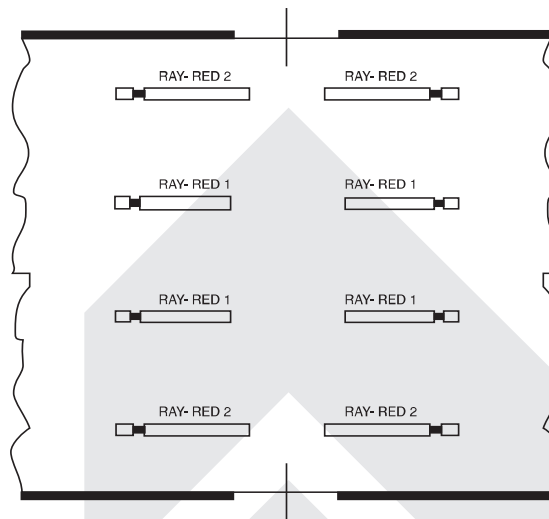
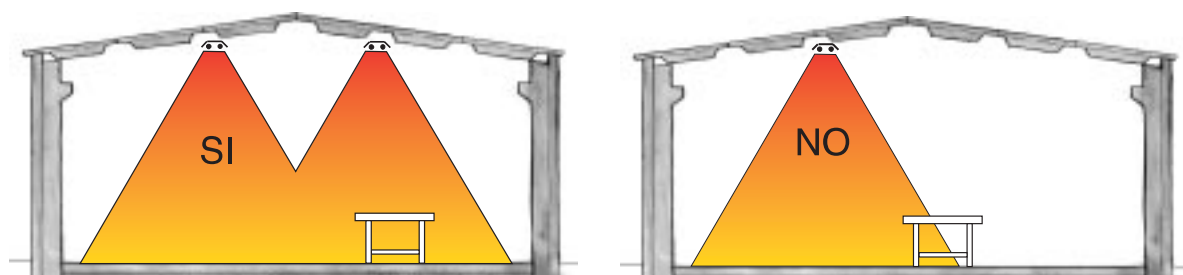
Se le scelte sono di tipo impiantistico, di distribuzione e di compatibilità di lavorazione, si possono individuare le seguenti categorie:

PER DISTRIBUZIONE	- Riscaldamento totale
	- Riscaldamento parziale
	- Riscaldamento di postazione
PER INSTALLAZIONE	- Orizzontale normale
	- Orizzontale a cono diretto
	- A parete, inclinata
PER PRESA D'ARIA	- Aria ambiente
	- Aria esterna (circuito di combustione stagno)
PER REGOLAZIONE	- On - Off automatico
	- On - Off + Riduzione notturna (antigelo)

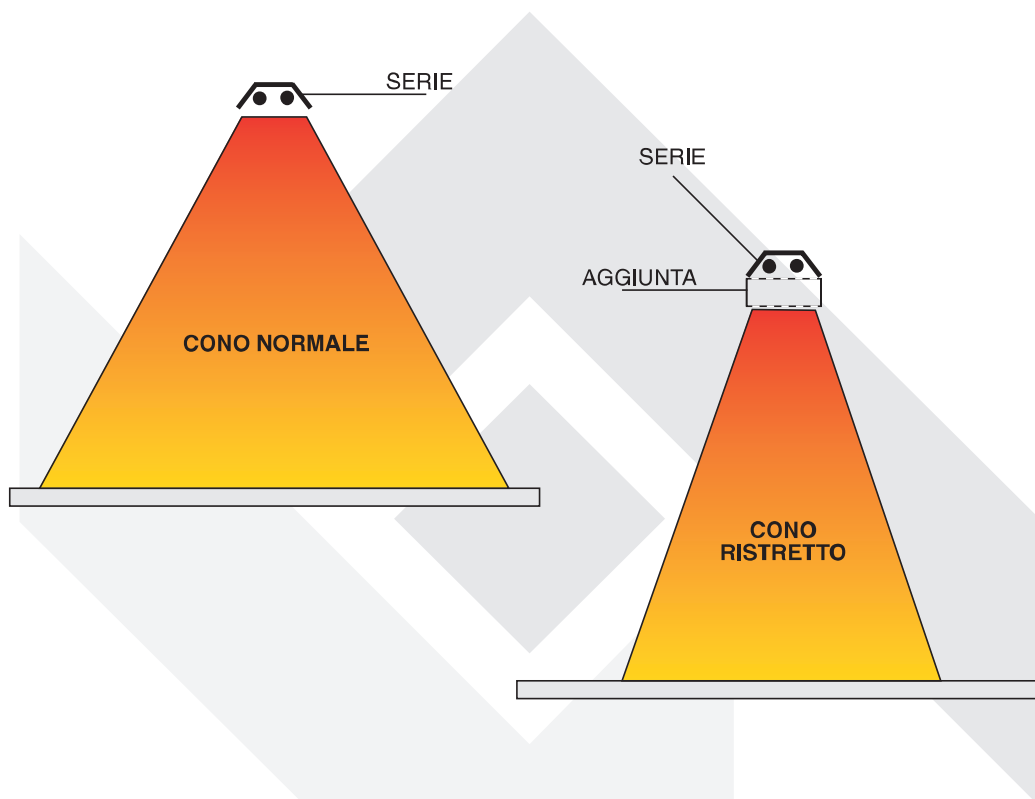
La tipologia più comune di installazione è quella che prevede i generatori posizionati sotto il soffitto, per la distribuzione dell'irraggiamento su tutto il reparto da riscaldare.
Alcuni esempi sono illustrati nelle pagine successive.

60.00
5.00
10.00
23.00
N° 11 RAY RED
mod. RAY 3E
TOTAL kW 313.5
INSTALLATION HEIGHT 6 m
Sistema di sospensione
Condotto evacuazione fumi
Sistema di sospensione
Tubo radiante
Portata termica 32kW
0.76
Customer :
DRAVO
Coventry
Date
17/09/98
Scale
1:250
Subject :
Ray Red Gas fired radiant tubes
heating system - PIKE TEXTILES-
Soc. :
impresind
climatizzazione produttiva
Update :
Sheet
1/1
IL PRESENTE DISEGNO NON SOSTITUISCE IL PROGETTO DI IMPIANTO CHE DOVRA' ESSERE ELABORATO DA UN PROFESSIONISTA ABILITATO

8.50
25.00
19.60
18.00
16.30
13.00
17.00
9.00
MACCHINA ALTA
ZONA ALTA H=9.00
ZONA BASSA H=4.70
SEZIONE TIPO NASTRO RADIANTE
1 Coppia di tubi radianti
2 Isolamento termico riflettente
3 Mantellatura in acciaio preverniciato
4 Struttura di supporto
5 Fluido vettore
SCHEMA DI FUNZIONAMENTO NASTRO RADIANTE
1 BRUCIATORE MULTIGAS
2 CAMERA DI COMBUSTIONE
3 VENTILATORE DI RICIRCOLO
4 MOTORE DEL VENTILATORE
5 SISTEMA DI CONTROLLO
6 EVACUAZIONE FUMI
8 MORSETTIERA ELETTRICA
9 CIRCUITO FLUIDO VETTORE
10 BOX DI CONTENIMENTO
N° 02 NASTRI RADIANTI serie TUB-ONE
N° 01 mod RCF 100
Lunghezza 50 m + 1 T + 2 curve a 90°
Portata termica kW 100
N° 01 mod RCF 35
Lunghezza 18 m
Portata termica kW 35
Totale potenza installata kW 135
committente :
XXXXXXXXXX
Data
13/11/99
Scala
1:200
Foglio
1/1
Oggetto :
IMPIANTO DI RISCALDAMENTO CON NASTRI RADIANTI
SERIE TUB-ONE mod. RCF 100 E RCF 50
impresind
climatizzazione produttiva
IT - 20064 Gorgonzola (MI)
Tel. +39.02.95741710 Fax +39.02.95740637
E-mail impresind@pointest.com
IL PRESENTE DISEGNO NON SOSTITUISCE IL PROGETTO DI IMPIANTO CHE DOVRA' ESSERE ELABORATO DA UN PROFESSIONISTA ABILITATO

Potrebbe succedere che la necessità di riscaldamento sia limitata ad una zona parziale rispetto all'intera superficie del reparto, comunque abbastanza ampia da poter essere considerata come area omogenea a se stante (minimo 300 mq).

In questo caso si consiglia di prescrivere l'installazione di Tubi Radianti e, dato che le zone periferiche dell'area da riscaldare sono a contatto con altre non riscaldate, si dovranno prevedere degli apparecchi di maggiore potenzialità per quelli posti ai limiti della nostra area di riferimento.

Se l'area da riscaldare ha una superficie compresa fra i 100 ed i 250 mq, occorrerà prevedere un aumento della potenzialità complessiva derivata dal calcolo delle dispersioni, di almeno il 30%, e con l'impiego minimo di almeno due macchine, in modo (salvo casi particolari) da beneficiare di un irraggiamento incrociato.

In alcuni casi particolari c'è la necessità di riscaldare dei corridoi più stretti rispetto al cono di influenza che i normali Tubi Radianti Ray•Red di serie creano da una determinata altezza di installazione prefissata.

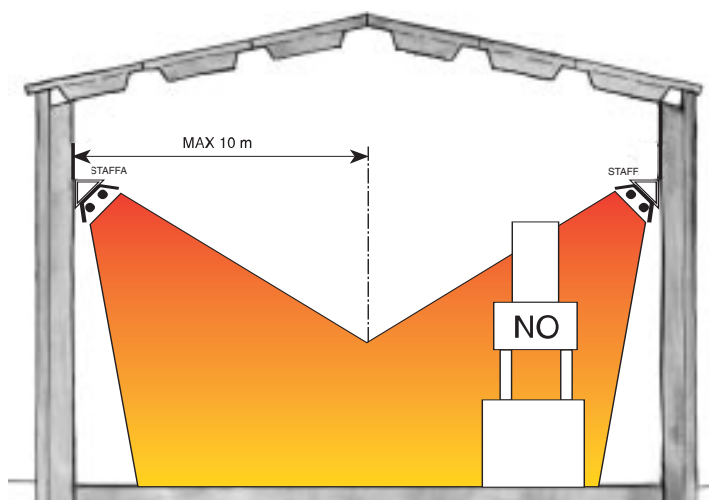
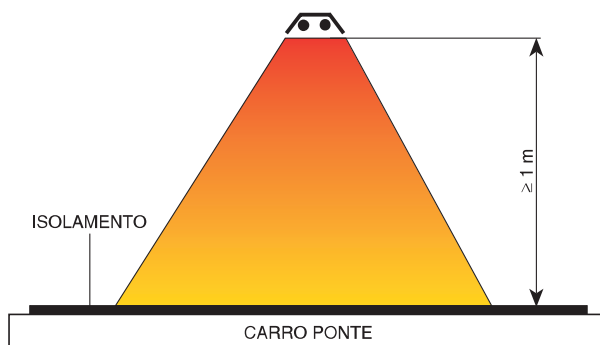
Nel caso in cui non sia possibile abbassare la linea di installazione (vedi capitoli precedenti), si potrà optare per apparecchi di costruzione speciale ovvero con superfici riflettenti modificate.

Esiste infatti la possibilità di applicare, in aggiunta alla normale parabola riflettente, un prolungamento che consentirà di ottenere una riduzione ulteriore del cono di influenza verso terra, con una concentrazione maggiore del fattore radiante.

Ove non esista la possibilità di installare i Tubi Radianti Ray•Red a soffitto a causa della notevole altezza dello stabile o la presenza di un carro ponte troppo vicino alla quota di installazione (meno di 1 m.), si potrà adottare la soluzione a parete perimetrale, con generatori inclinati di circa 30° rispetto al piano del pavimento.
Questa soluzione non è prevista per i Nastri Radianti.

La posizione inclinata riduce l'efficacia totale dell'apparecchio di almeno il 30% a causa dello "slittamento" di temperatura al di fuori del cono di riflessione.

Si dovrà quindi prevedere un aumento della potenzialità complessiva, verificando che l'incrocio dei coni di influenza, fra due generatori contrapposti, avvenga ad una distanza non superiore a 10 m.

Tale soluzione consente quindi di riscaldare aree che dispongano di una luce netta fra le due pareti esterne non superiore a 20 metri.

Nei casi sopra citati risulta ovvio il fatto che, davanti ai tubi radianti non devono esserci macchinari o scaffalature ingombranti che possano creare zone d'ombra all'effetto radiante. (vedi figura).

Nel caso esistano un carro ponte o altre apparecchiature soggette ad avaria a causa di temperature elevate, i Tubi Radianti Ray•Red dovranno essere posizionati in modo da trovarsi ad almeno un metro di distanza con l'accorgimento di provvedere ad isolare le superfici rivolte verso gli apparecchi emettitori.

4.3 - Sistemi di evacuazione dei prodotti della combustione

1) Circuito aperto rispetto all'ambiente, tipo B, a tetto o a parete per Tubi e Nastri Radianti.

2) Circuito chiuso rispetto all'ambiente, tipo C, a tetto o a parete per Tubi e Nastri Radianti.

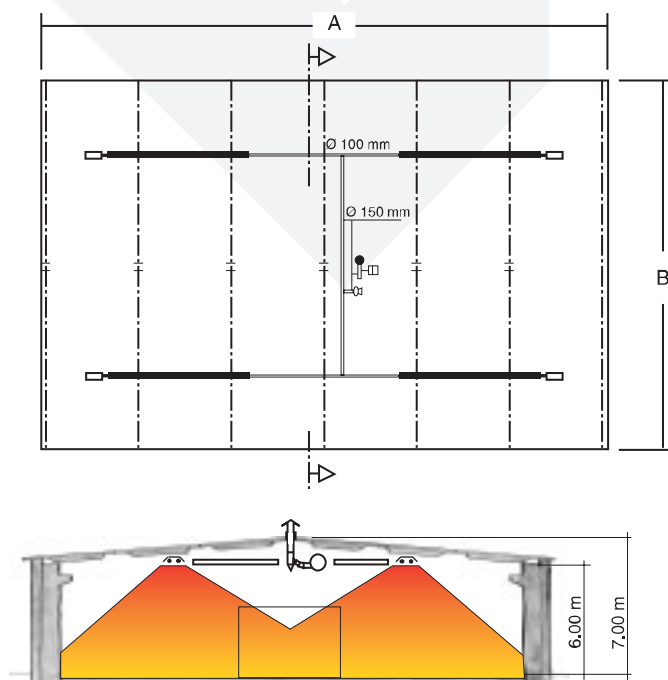
Il D.M. del 12 Aprile 1996, regolamenta con precisione questa materia e indica le modalità di esecuzione ed installazione.

Per il sistema a circuito aperto non vi sono particolari indicazioni da fornire, se non quella del limite di lunghezza del condotto di evacuazione fumi **che non deve essere superiore a 6 m , compresa una curva a 90°.**

Il sistema a circuito chiuso, per esigenze particolari legate ad aspetti di prevenzione incendi, può richiedere l'installazione di apparecchi stagni verso l'ambiente, ovvero con presa d'aria comburente dall'esterno.
Pertanto si dovranno eseguire due condotte: una per la presa d'aria comburente ed una per lo scarico dei fumi. Esistono dei dispositivi coassiali che consentono la realizzazione di un unico passaggio attraverso il tetto o la parete.

Nel caso non esista la possibilità di eseguire un camino per ogni apparecchio installato, si potrà adottare un sistema che consenta l'aspirazione dei fumi di combustione mediante l'installazione di un unico aspiratore, a servizio di più Tubi Radianti.

Un condotto comune, detto anche collettore, raccoglierà i fumi di tutti i generatori convogliandoli all'esterno. Ogni generatore manterrà la propria configurazione e funzionalità originali e immetterà i propri fumi nel collettore attraverso un dispositivo dotato di cappa "antirefulour".
Il funzionamento dei generatori sarà comunque comandato dal funzionamento dell'aspiratore generale installato a valle del collettore dei fumi, e non sarà possibile utilizzarli singolarmente.

<u>L'ufficio tecnico della Impresind è a disposizione per il dimensionamento del sistema.</u>

4.4 - L'impianto di adduzione e distribuzione del combustibile

La progettazione dell'impianto di adduzione e distribuzione del gas combustibile consiste nel determinare il percorso della condotta ed il suo dimensionamento.

Il percorso sarà determinato in funzione della posizione del misuratore di erogazione del gas combustibile (o dal serbatoio di stoccaggio), dalla disponibilità di spazi per il passaggio all'esterno ed all'interno del fabbricato, dal posizionamento dei generatori e, **soprattutto, delle prescrizioni del D.M. del 12 Aprile 1996.**

Quest'ultimo prevede in particolare:

- Il percorso tra punto di consegna ed apparecchi utilizzatori deve essere il più breve possibile.
- Nei locali di installazione degli apparecchi il percorso delle tubazioni è consentito in vista.

Il dimensionamento delle tubazioni e dei dispositivi di intercettazione e di regolazione terrà conto dello sviluppo del percorso prescelto, della portata e della pressione del gas richieste per il regolare funzionamento dei generatori.
Questi valori sono indicati sulla "targa" delle macchine, nel loro “libretto di istruzioni per installazione ed esercizio” e nel successivo capitolo che ne descrive le caratteristiche tecniche .

4.5 - Aperture di aerazione

Sempre il D.M. 12 Aprile 1996 dispone che:

- “I locali di installazione degli apparecchi devono essere dotati di una o più aperture permanenti di aerazione realizzate su pareti esterne. Esse devono essere collocate nella parte più alta del locale in modo da evitare la formazione di sacche di gas...”
  Le superfici libere minime di apertura, in funzione della portata termica complessiva Q espressa in kW, si calcolano:

$S \geq Q \cdot 10$ per i locali fuori terra

S = $cm.^2$
Q = kW

In ogni caso ciascuna apertura non deve avere superficie netta inferiore a 100 cm^2

<u>Per gli impianti alimentati da GPL, almeno i 2/3 della superficie di aerazione devono essere realizzati a filo del piano di calpestio, con una altezza minima di 0,2 m.</u>

Si ricorda che l'impianto di adduzione e distribuzione del combustibile deve essere progettato da un Professionista Abilitato e realizzato da un Installatore Qualificato, in conformità a Leggi, Decreti e Norme UNI-CIG ad esso relative ed in vigore.

5) Gestione ed esercizio dell'impianto

5.1 - Leggi e Decreti di riferimento

- Legge 9 gennaio 1991, n° 10
"Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".

- D. P. R. 26 agosto 1993, n° 412
"Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell' art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n° 10".

5.2 - Termoregolazione

Il sistema di termoregolazione più adottato è quello con comando automatico mediante apposite globosonde di rilevazione di temperatura ed irraggiamento.

Infatti, l'elemento di rilevazione deve necessariamente essere in grado di rilevare sia la temperatura dell'aria ma anche e soprattutto il fattore radiante.

Questo metodo di gestione dell'impianto, consente di ottenere una ottimizzazione in termini di durata dell'accensione degli apparecchi in funzione della reale temperatura e fattore radiante occorrenti.

La regolazione, di solito, si effettua per zone omogenee ovvero per un numero sufficientemente elevato di apparecchi emettitori che coprano una superficie da considerarsi area omogenea autonoma per orari e condizioni ambientali diverse.

Ogni globosonda di rilevazione farà capo ad un quadro di comando centrale che dovrà disporre di orologio programmatore; il funzionamento sarà di tipo ON-OFF a seconda delle caratteristiche climatiche ambientali raggiunte, in modo da garantire un risparmio energetico di gestione.

Il sistema deve prevedere anche un secondo livello di temperatura per antigelo notturno.

Diversi sistemi di termoregolazione possono essere forniti dalla IMPRESIND, come da Listino Prezzi in vigore.
Schede tecniche e descrittive possono essere fornite a richiesta.

5.3 - Gestione, manutenzione e controllo dell'impianto

La gestione dell'impianto di riscaldamento è demandata al proprietario del fabbricato o ad un terzo responsabile da questi incaricato.
E' fondamentale l'attenzione al controllo e al contenimento degli sprechi energetici, quindi l'attuazione di tutte le iniziative necessarie a ridurre al minimo il consumo di combustibile per mantenere le temperature di progetto. **Il D.P.R. n° 412 del 26 Agosto 1993, art. 11, fornisce tutte le istruzioni e le norme che regolano questa attività.**

RAY • RED   Tubi Radianti a gas - Generatori di Calore ad Irraggiamento

I generatori di calore ad irraggiamento **Ray•Red** costruiti dalla **Impresind** portano la marcatura **CE**, in conformità alle Direttive Comunitarie :

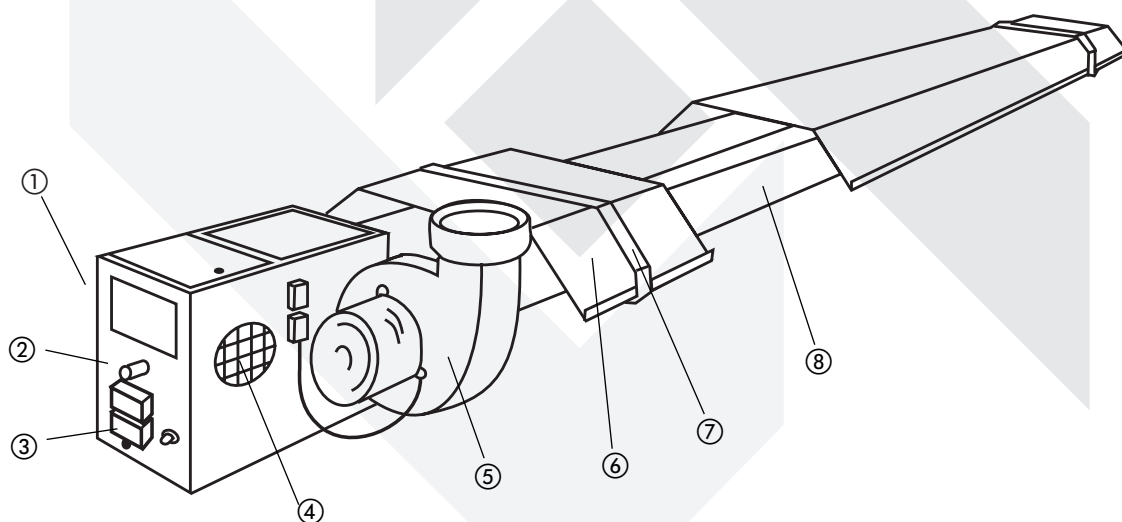
• Direttiva Gas 90/396/CEE

• Direttiva Macchine 89/392/CEE e 91/368/CEE, 93/44/CEE, 93/68/CEE

• Direttiva Bassa Tensione 72/23/CEE e 93/68/CEE

• Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 336/89/CEE

Il generatore di calore ad irraggiamento **Ray•Red** si compone di:

- gruppo bruciatore
- camera di combustione
- sistema di aspirazione fumi
- tubi radianti emettitori
- sistema riflettente.

legenda:

1) Box del gruppo bruciatore
2) Attacco per collegamento del gas
3) Attacco per collegamento elettrico
4) Predisposizione per il funzionamento con aria comburente esterna (circuito stagno)
5) Ventilatore aspiratore per i gas combusti
6) Superficie riflettente martellata
7) Staffe di supporto per tubi e riflettore
8) Tubi radianti emettitori.

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'
Declaration of Conformity
89/392/EEC, 91/368/EEC, 93/44/EEC, 93/68/EEC

Noi *We*	**Impresind S.r.l.** **Via 1° Maggio , 24** **20064 Gorgonzola (MI)** **Italy**

dichiariamo, sotto la nostra responsabilità, che i prodotti :
declare under our responsibility that the products:

Descrizione: *Description:*	**Tubi radianti a gas Ray - Red** 1) *Gas-fired radiant tubes*
Serie: *Series:*	**Ray**
Tipo: *Type:*	**Ray 1E Ray 1E-L Ray 2E/S Ray 2E/S-L** **Ray 2E Ray 2E-L Ray 3E Ray 3E-L** **Ray 3/9E Ray 4E**

ai quali la dichiarazione si riferisce, sono conformi alle seguenti Direttive:
to which this declaration relates are in conformity with the following Directives :

• Direttiva Gas 90/396/CEE 2)
Gas Directive 90/396/EEC

con certificato di esame N°: *with approval certification No.:*	**CE - 0085AQ1006**
rilasciato da: *issued by:*	**Notified body 0085 (DIN - DVGW)**

- Direttiva Macchine 89/392/CEE e 91/368/CEE, 93/44/CEE, 93/68/CEE
  Machinery Directive 89/392/EEC including 91/368/EEC, 93/44/EEC, 93/68/EEC

- Direttiva Bassa Tensione 72/23/CEE e 93/68/CEE
  Low Voltage Directive 73/23/EEC including 93/68/EEC

- Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 336/89/CEE
  Electromagnetic Compatibility Directive 336/89/EEC

- EN 60204-1 (44-5) Sicurezza del Macchinario, Equipaggiamento Elettrico delle Macchine.
  Parte 1: Regole generali
  EN 60204-1 Safety of Machinery, Electrical Equipment of Machines, General Requirements

Gorgonzola, 15.01.1999

IMPRESIND S.r.l.
Direzione Tecnica
Technical Direction

Principio di funzionamento

Il Tubo Radiante **Ray•Red** è un generatore di calore a scambio diretto, funzionante a gas (metano o GPL) e dotato di uno schermo riflettente per indirizzare l'irraggiamento verso il suolo.

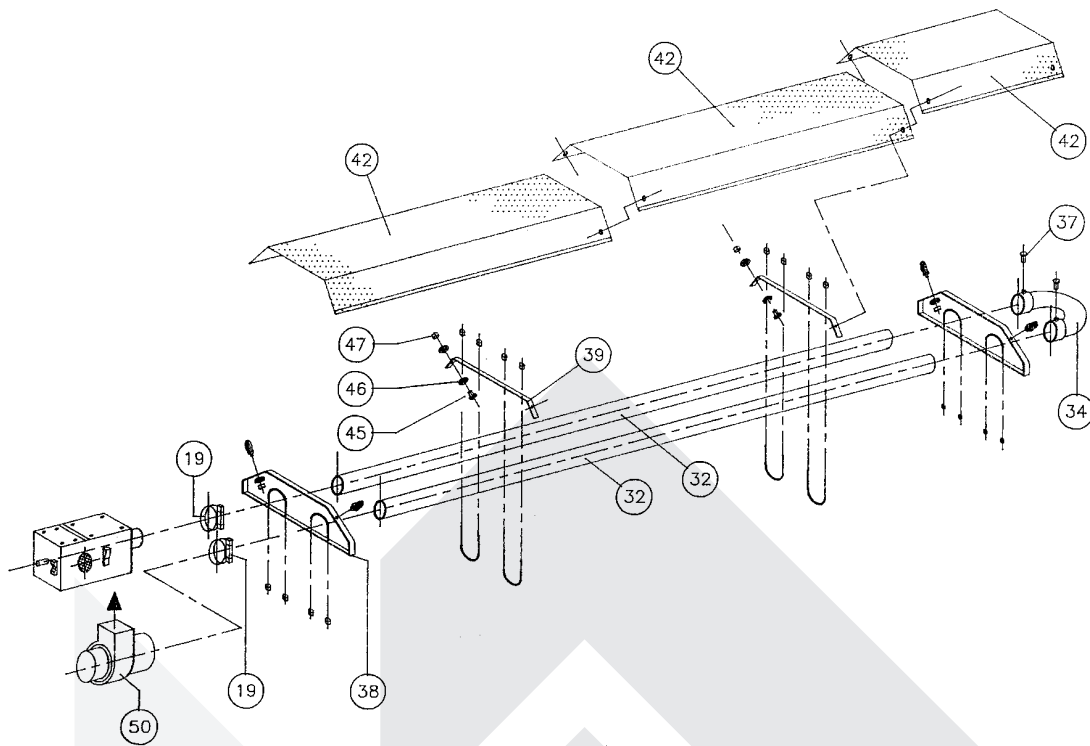
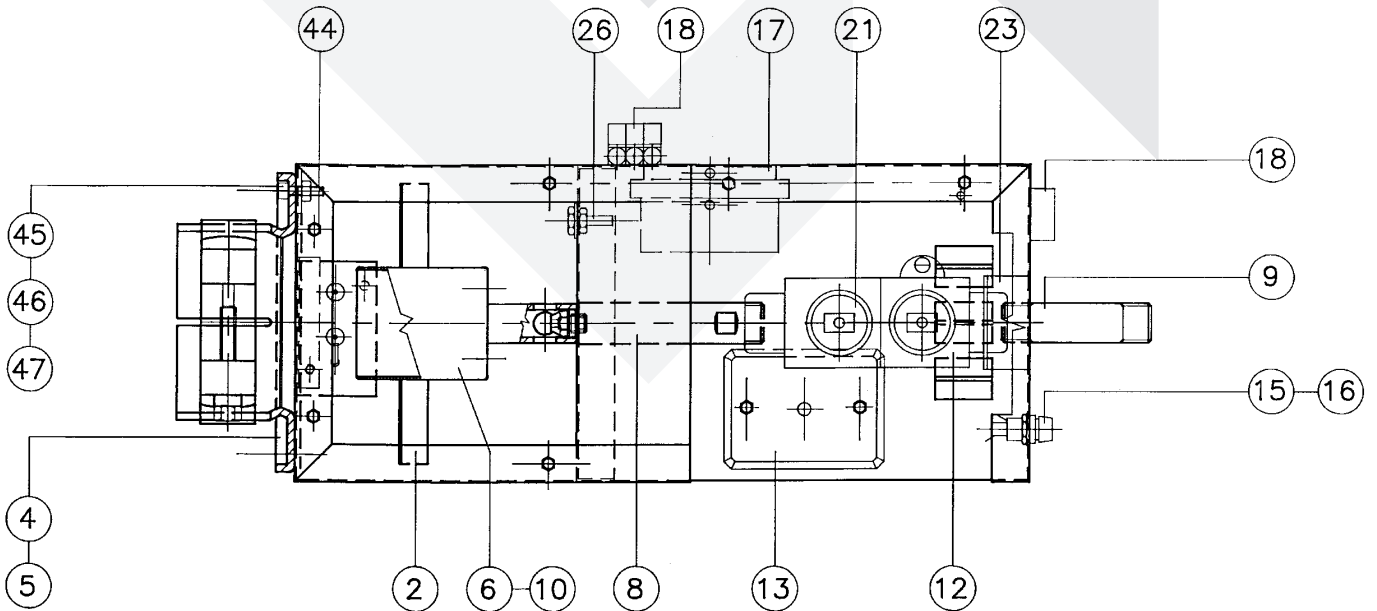
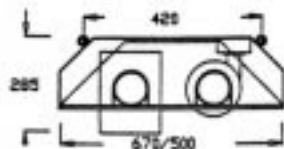
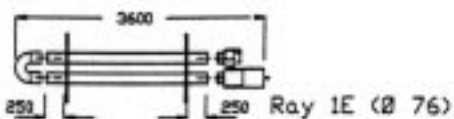
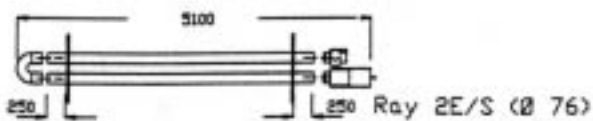
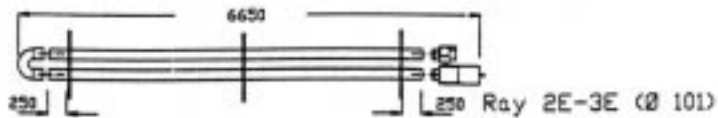
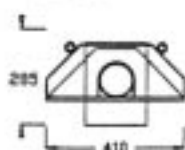
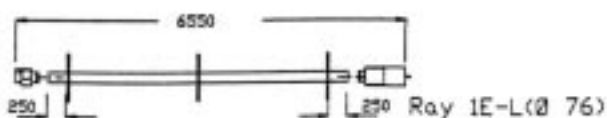
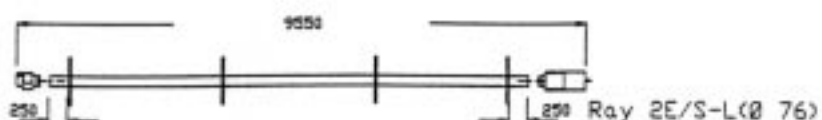
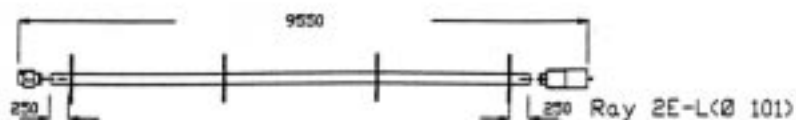
Il suo funzionamento è caratterizzato dalla combustione di gas all'interno di una camera tubolare in acciaio Inox Aisi 321, inserita nello scambiatore.
Quest'ultimo è costituito da una tubazione ad "U" o Lineare , con dimensioni adeguate alla potenza, con materiali adatti alla trasmissione del calore e dotata di verniciatura nera, a base siliconica per produrre il massimo effetto radiante sulle superfici esterne.
Lo scambiatore può raggiungere una temperatura superficiale fra 200 e 400° C in funzione della distanza dal bruciatore.
Nella conformazione ad "U" la massima temperatura che si riscontra in vicinanza del bruciatore è compensata da quella più bassa rilevata in corrispondenza dell'aspiratore fumi, posto a fine circuito.
L'aspiratore fumi realizza la giusta depressione all'interno del circuito, allunga la fiamma prodotta da un bruciatore atmosferico ed espelle i prodotti della combustione attraverso un condotto di scarico (camino).
Lo scambiatore , così riscaldato, emette irraggiamento infrarosso che viene riflesso verso il suolo dal riflettore d'alluminio.
Il circuito di combustione è in depressione rispetto all'ambiente e può prelevare l'aria comburente dall'esterno.
Un dispositivo elettronico provvede a mettere in funzione l'estrattore dei prodotti della combustione, a provocare la scintilla per l'accensione, ad aprire la valvola del gas, ed a verificare ad accensione avvenuta la costante presenza si fiamma; in caso di funzionamento anomalo provvede ad interrompere immediatamente l'afflusso di gas al bruciatore.

I generatori di calore per irraggiamento **Ray•Red**, vengono costruiti in modelli diversi per potenzialità e per lunghezza delle camere di combustione tubolari; è importante che la temperatura media superficiale sia abbastanza elevata per non favorire la formazione di condense e per ottenere un più elevato fattore radiante emissivo.
Infatti con temperature superficiali inferiori a 150° C l'energia termica assorbita dalla camera di combustione si trasforma in calore convettivo più che in irraggiamento.

Il calore prodotto dalla camera di combustione, o per meglio dire l'irraggiamento, è captato da una superficie in alluminio martellato (per una riflessione uniforme) con sagoma particolare, e riflesso verso il basso, creando una zona d'influenza ben definita, ma variabile in funzione dell'altezza di installazione e del modello adottato.

Questo schermo riflettente, brevettato dalla **Impresind**, viene realizzato in alluminio 99.85 anodizzato e brillantato, ha una elevata capacità di riflessione, superiore anche a quella dell'acciaio inossidabile e non tende ad opacizzare, mantenendo quindi nel tempo le sue prestazioni senza bisogno di alcuna manutenzione.

I generatori di calore per irraggiamento **Ray•Red** vengono collaudati in fabbrica uno ad uno, e sono già regolati e pronti per essere messi in esercizio.
L'installatore dovrà solamente provvedere al collegamento con un condotto di evacuazione dei prodotti della combustione, all'allacciamento elettrico ed alla alimentazione del gas, rispettando i dati indicati nelle tabelle delle caratteristiche tecniche e sulla targa della macchina.

Schema di assemblaggio

Assieme bruciatore

Tubi Radianti Ray•Red - Gamma dei modelli

Tubi Radianti Ray•Red - Caratteristiche tecniche

MODELLO		Ray 1E	Ray2E/S	Ray 2E	Ray 3E	Ray3/9E	Ray 4E
Portata termica	kW	12,00	19,50	21,00	32,00	32,00	40,00
Potenza termica	kW	10,60	17,30	18,60	28,50	28,50	36,00
Consumo gas - Metano G20	m3/hst	1,25	2,03	2,19	3,33	3,33	4,16
Consumo gas - GPL G31	kg/hst	0,93	1,50	1,63	2,48	2,48	-
Ø Diametro ugello - Metano G20	mm	2,90	3,80	4,10	5,00	5,00	5,60
Ø Diametro ugello - GPL G31	mm	1,75	2,20	2,40	2,80	2,80	-
Pressione gas in rete - Metano G20	mbar	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Pressione gas all'ugello - Metano G20	mbar	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Pressione gas in rete - GPL G31	mbar	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	-
Pressione gas all'ugello - GPL G31	mbar	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	-
Ø Collegamento gas (UNI-ISO 7/1)	pollici	R 1/2 " maschio					
Ø Camino	mm	100 femmina					
Ø Presa aria esterna	mm	100 femmina					
Assorbimento elettrico	A	0.50					
Alimentazione elettrica	V	230 ~ 50 Hz. monofase					

DIMENSIONI

Versione "U"		Ray 1E	Ray 2E/S	Ray 2E	Ray 3E	Ray 3/9E	Ray 4E
Lunghezza	mm	3600	5100	6650	6650	8650	10650
Larghezza	mm	500	500	670	670	670	670
Altezza	mm	285	285	285	285	285	285
Peso	Kg	50	75	120	120	150	200

Versione "L"		Ray 1E-L	Ray 2E/S-L	Ray 2E-L	Ray 3E-L
Lunghezza	mm	6550	9550	9550	12550
Larghezza	mm	410	410	410	410
Altezza	mm	285	285	285	285
Peso	Kg	45	70	105	115

TUB•ONE   Nastri Radianti a gas - Generatori di Calore ad Irraggiamento

I generatori di calore ad irraggiamento **Tub•One** costruiti dalla **Impresind** hanno la marcatura **CE**, in conformità alle Direttive Comunitarie:

- **Direttiva Gas 90/396/CEE**

- **Direttiva Macchine 89/392/CEE e 91/368/CEE, 93/44/CEE, 93/68/CEE**

- **Direttiva Bassa Tensione 72/23/CEE e 93/68/CEE**

- **Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 336/89/CEE**

IMPORTANTE: I Nastri Radianti Tub•One sono provati e certificati nella loro completezza, compreso il circuito radiante, quindi ogni modello ha valori dimensionali, funzionali e prestazionali definiti.

Il Nastro Radiante **Tub•One** è una macchina composta da un gruppo di combustione e da diverse sezioni radianti unite tra di loro con un sistema modulare ideato dalla **Impresind**.

Il Nastro Radiante **Tub•One** si differenzia dal Tubo Radiante **Ray•Red** per la minore temperatura superficiale, per le diverse conformazioni geometriche sullo sviluppo orizzontale, per l'avanzato sistema di combustione e per il sistema di ricircolo dei fumi.
Quest'ultimo permette, in particolare, di ottenere dei valori di emissione in atmosfera di CO e Nox molto contenuti.

Un'altra importante differenza è nel maggiore sviluppo in lunghezza, da 20m a 120m, con la capacità di distribuire la potenza e la temperatura su tutto il circuito grazie al sistema di ricircolo del fluido vettore.
Inoltre, la possibilità di installare il gruppo di combustione all'esterno del fabbricato, consente a differenza dei Tubi Radianti, di superare alcune limitazioni imposte dalle norme antincendio.

Il Nastro Radiante **Tub•One** si compone di:

- gruppo di combustione
- camera di combustione
- Sistema di ricircolo fluido vettore ed aspirazione fumi
- sezioni con tubi radianti emettitori
- sistema riflettente
- sistema di coibentazione

DICHIARAZIONE DI CONFORMITA'
Declaration of Conformity
89/392/EEC, 91/368/EEC, 93/44/EEC, 93/68/EEC

Noi
We

Impresind S.r.l.
Via 1° Maggio, 24
20064 Gorgonzola (MI)
Italy

dichiariamo, sotto la nostra responsabilità, che i prodotti:
declare under our responsibility that the products:

Descrizione: **Nastri radianti a gas Tub . One**
Description: *Gas-fired radiant strips*

Serie : **RCF**
Series:

Tipo: **RCF 35 / RCF 50**
Type: **RCF 80 / RCF 100**
RCF 150 / RCF 200

ai quali la dichiarazione si riferisce, sono conformi alle seguenti Direttive:
to which this declaration relates are in conformity with the following Directives:

• Direttiva Gas 90/396/CEE
Gas Directive 90/396/EEC

con certificato di esame N°: **CE - 0085AT0335**
with approval certification No.:

rilasciato da: **Notified body 0085 (DIN - DVGW)**
issued by:

- Direttiva Macchine 89/392/CEE e 91/368/CEE, 93/44/CEE, 93/68/CEE
  Machinery Directive 89/392/EEC including 91/368/EEC, 93/44/EEC, 93/68/EEC

- Direttiva Bassa Tensione 72/23/CEE e 93/68/CEE
  Low Voltage Directive 73/23/EEC including 93/68/EEC

- Direttiva Compatibilità Elettromagnetica 336/89/CEE
  Electromagnetic Compatibility Directive 336/89/EEC

- EN 60204-1 (44-5) Sicurezza del Macchinario, Equipaggiamento Elettrico delle Macchine.
  Parte 1: Regole generali
  EN 60204-1 Safety of Machinery, Electrical Equipment of Machines, General Requirements

Gorgonzola, 01.10.2000

IMPRESIND S.r.l.
Direzione Tecnica
Technical Direction

DESCRIZIONE DEL SISTEMA

Il Nastro Radiante Tub•One è un generatore di calore a scambio diretto, funzionante a gas metano o GPL; è costituito da una unità di produzione del calore (gruppo di combustione) prevista per essere installata all'interno (cl. B22) o all'esterno dell'ambiente da riscaldare, da un sistema di irraggiamento costituito dalle tubazioni radianti, dal pannello riflettente in alluminio e dalla coibentazione posta attorno alle tubazioni stesse.

1. La produzione di calore avviene per mezzo di uno speciale bruciatore in vena d'aria , assistito dagli organi di sicurezza e comando , regolati e collaudati in fabbrica ,in funzione del modello di apparecchio richiesto; la sua manutenzione risulta estremamente semplice e ridotta.

2. Uno speciale ventilatore provvede a mettere in depressione l'intero circuito delle tubazioni radianti ,a prelevare dall'esterno l'aria necessaria per la combustione, a ricircolare i prodotti della combustione e ad espellere i fumi all'esterno attraverso un condotto di evacuazione. Il ricircolo, nella misura del 70% circa, permette l'uniformità delle temperature all'interno delle tubazioni

3. La parte radiante è costituita da tubazioni in acciaio alluminato attorno alle quali è posizionato uno speciale pannello in alluminio coibentato ad alto potere riflettente con la funzione di riflettere verso il suolo il calore irradiato con un angolo ottimale di 110°. I modelli da 35 e 50 kW sono dotati anche di riflettore in alluminio, identico a quello adottato dai Tubi Radianti.

4. La coibentazione in lana minerale evita qualsiasi dispersione del calore verso la parte alta e laterale delle sezioni radianti; il tutto è contenuto in una struttura portante in lamiera di acciaio.

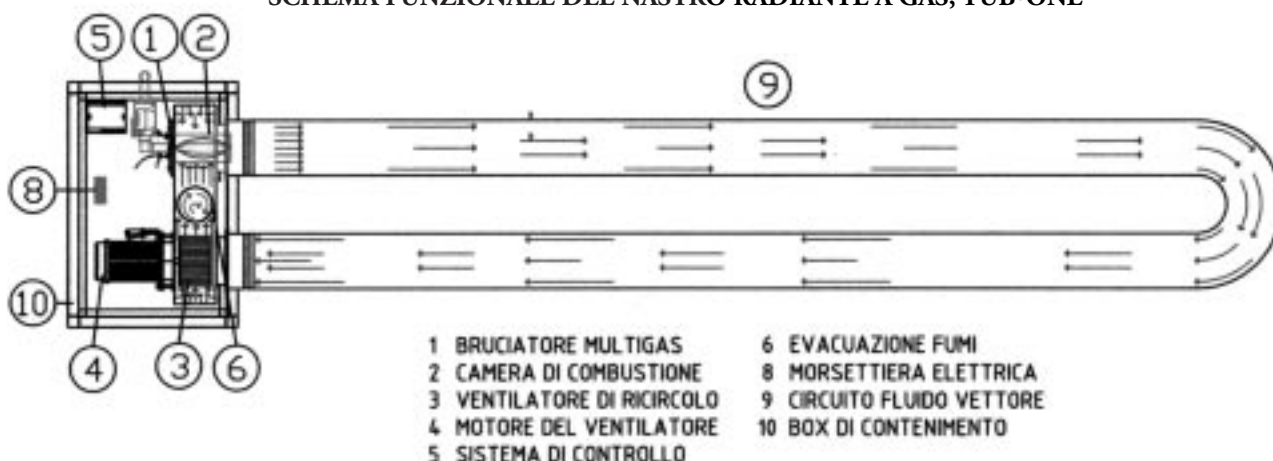
5. La sezione radiante è realizzata in moduli di lunghezza variabile (2 ÷ 4 m.) che si agganciano tra loro per mezzo di appositi supporti; le tubazioni radianti vengono unite tra loro con speciali giunti conici e tenute in posizione da collari circolari agganciati alla struttura portante; tale soluzione permette di compensare completamente tutte le dilatazioni dovute al riscaldamento dei moduli.

PRINCIPIO DI FUNZIONAMENTO

1. All'interno del gruppo di combustione il calore, prodotto dal bruciatore viene messo in costante ricircolo nelle tubazioni radianti dall'elettroventilatore, mantenendo le stesse in completa depressione rispetto all'ambiente da riscaldare
   Questo provvede a miscelare continuamente i gas combusti prodotti dal bruciatore e ad aspirare aria nuova di combustione dall'esterno, in quantità equivalente alla massa dei prodotti della combustione espulsi attraverso la valvola by-pass posta tra l'elettroventilatore stesso ed il bruciatore.

2. Il sistema di combustione è costantemente controllato da un dispositivo elettronico. Ad ogni richiesta di calore l'apparecchio provvede a mettere in funzione l'elettroventilatore, a verificare la depressione all'interno del circuito radiante, a provocare l'accensione del bruciatore ed a verificare la corretta presenza di fiamma. Nel caso di anomalo funzionamento provvede ad interrompere immediatamente l'afflusso del gas al bruciatore, ponendolo in stato di blocco di sicurezza.

3. La sezione radiante, mantenuta ad una temperatura media di circa 200°C provvede a trasmettere all'ambiente circostante il calore richiesto, tramite le tubazioni radianti, trattate con speciale vernice siliconica nera ad alto coefficiente d'emissione radiante, e l'esclusivo riflettore in alluminio anodizzato e brillantato, d'elevata capacità di riflessione.

SCHEMA FUNZIONALE DEL NASTRO RADIANTE A GAS, TUB•ONE

DESCRIZIONE DEI COMPONENTI

Gruppo di Combustione completo di:

- testa di combustione in vena d'aria
- camera di combustione in acciaio inox AISI 310
- gruppo multifunzionale gas a doppio otturatore
- pressostato aria
- ventilatore di ricircolo fumi, valvola di by-pass
- modulo elettronico di controllo e sicurezza
- impianto elettrico interno precablato
- box di contenimento in acciaio inox AISI 304 con apertura di ispezione a tenuta
- terminale antivento per scarico fumi
- condotto fumi con presa per sonde
- mensola di sostegno per staffaggio a parete

Sezioni radianti rettilinee , lunghezza 2 ÷ 4 m.:

- coppia di tubi scambiatori in acciaio alluminato Ø 250 mm., giunti di collegamento
- pannello riflettente in alluminio
- isolamento superiore in lana minerale
- struttura esterna portante e di contenimento.

Sezioni radianti curve a 90°, destre e sinistre:

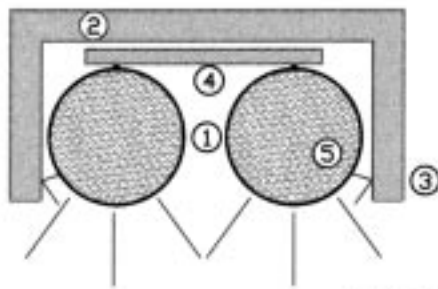
- coppia di curve radianti in acciaio alluminato Ø 250 mm., giunti di collegamento
- pannello riflettente in alluminio
- isolamento superiore in lana minerale
- struttura esterna portante e di contenimento

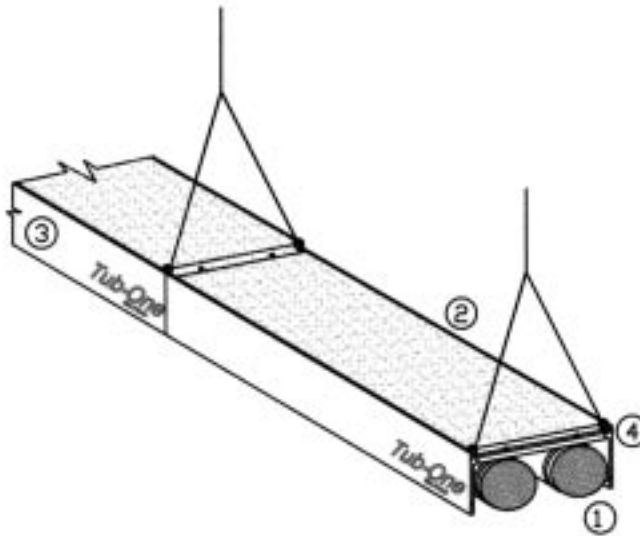
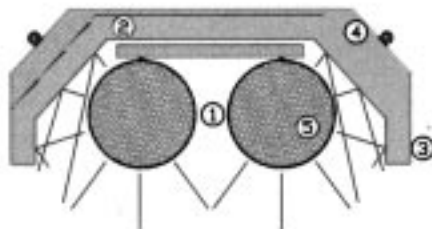
Sezioni radianti a "T" a 90°:

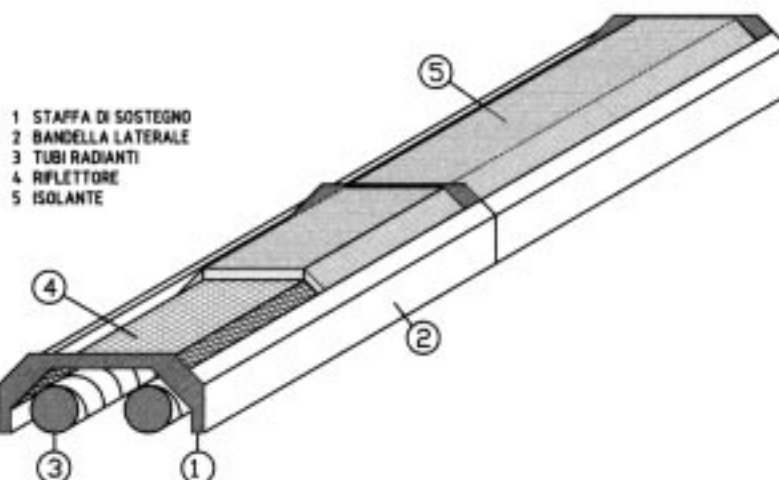
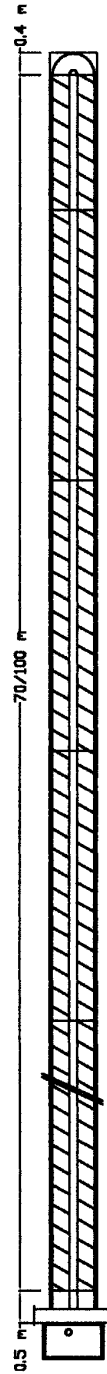
- coppia di curve radianti in acciaio alluminato Ø 250 mm., giunti di collegamento.
- tubo scambiatore in acciaio alluminato Ø 250 mm., giunti di collegamento
- pannello riflettente in alluminio
- isolamento superiore in lana minerale
- struttura esterna portante e di contenimento

Curva radiante terminale ad "U" in acciaio alluminato Ø 250 mm, giunti di collegamento.

• NB: - I tubi e le curve dei modelli RCF 35 e RCF 50 hanno Ø 160 mm.

SEZIONE TIPO NASTRO RADIANTE RCF 80 - 100 - 150 - 200

1. Coppia di tubi radianti
2. Isolamento termico riflettente
3. Mantellatura in acciaio preverniciato
4. Struttura di supporto
5. Fluido vettore

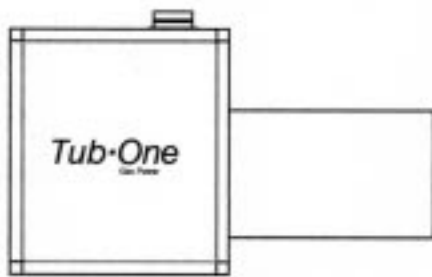
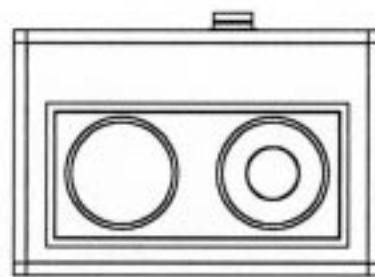
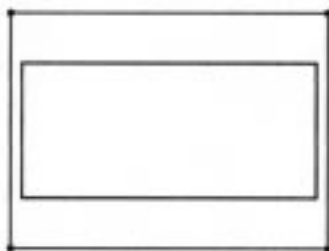
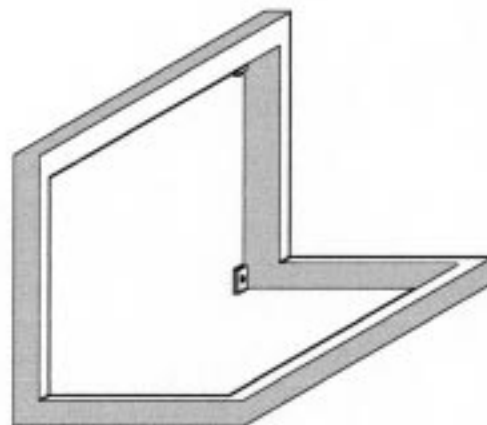
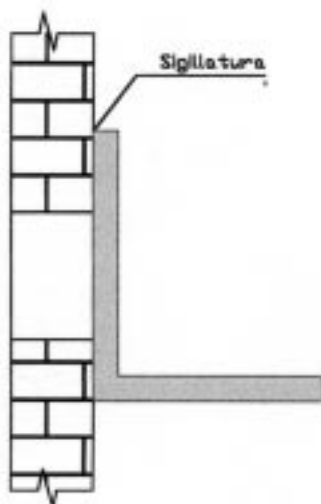
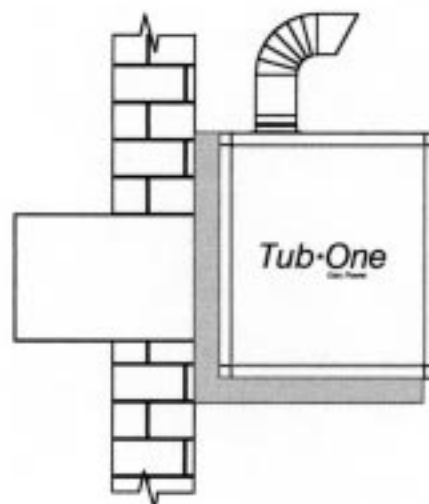
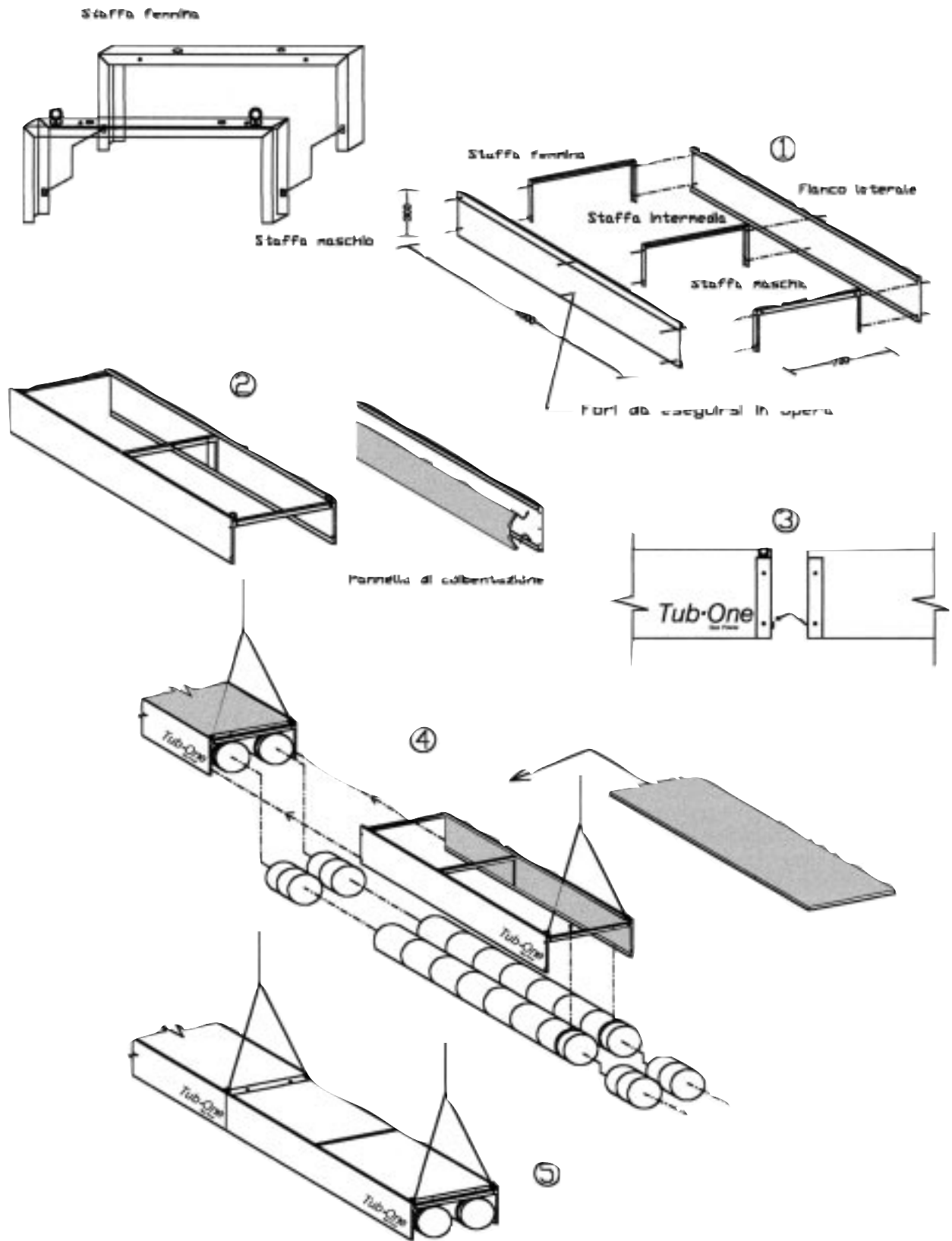
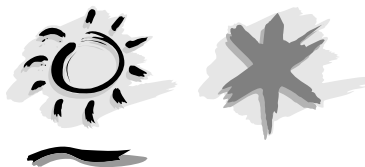
SEZIONE TIPO NASTRO RADIANTE RCF 100

SEZIONE TIPO NASTRO RADIANTE RCF 50

1. Coppia di tubi radianti
2. Riflettore + isolamento termico
3. Mantellatura in acciaio zincato
4. Struttura di supporto
5. Fluido vettore

SEZIONE TIPO NASTRO RADIANTE RCF 50

Nastri Radianti Tub•One - Gamma dei modelli

Nastri Radianti Tub•One - Caratteristiche Tecniche

MODELLO		**RCF 35**	**RCF 50**	**RCF 80**	**RCF 100**	**RCF 150**	**RCF 200**
Portata termica	kW	35	50	80	100	150	200
Potenza termica	kW	32,5	46,5	74	92	138	184
Consumo gas - Metano G20	m3/hst	3,65	5,25	8,3	10,4	15,6	20,8
Consumo gas - GPL G31	kg/hst	2,75	3,85	6,2	7,8	11,6	15,6
Ø Diametro ugello - Metano G20	mm	6,50	6,50	-	-	-	-
Ø Diametro ugello - GPL G31	mm	3,10	3,70	5,30	5,30	-	-
Pressione gas in rete - Metano G20	mbar	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
Pressione gas all'ugello - Metano G20	mbar	4,6	8,5	5,0	8,5	-	-
Pressione gas in rete - GPL G31	mbar	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0
Pressione gas all'ugello - GPL G31	mbar	26,5	25,5	22	30	-	-
Ø Collegamento gas (UNI-ISO 7/1)	pollici	R 1/2”	R 1/2”	R 3/4”	R 3/4”	R 1”1/2	R 1”1/2
Ø Camino	mm	100	100	100	100	150	150
Ø Presa aria esterna	mm	100	100	-	-	-	-
Assorbimento elettrico massimo	A	2	2	3,2	3,2	10	10
Alimentazione elettrica	V/Hz	230/50	230/50	400/50	400/50	400/50	400/50
Potenza ventilatore	W	250	250	1500	1500	5500	5500
Grado di protezione	IP	44	44	44	44	44	44

DIMENSIONI

Modello		**RCF 35**	**RCF 50**	**RCF 80**	**RCF 100**	**RCF 150**	**RCF 200**
Lunghezza minima del nastro	m	20	30	50	56	70	80
Lunghezza massima del nastro	m	30	30	70	70	100	120
Larghezza del nastro	mm	700	700	700	700	700	700
Altezza del nastro	mm	270	270	300	300	300	300
Lunghezza e larghezza della sezione “Curva”	mm	1000	1000	1000	1000	1000	1000
Lunghezza x larghezza della sezione a “T”	mm	-	-	1000x1300	1000x1300	1000x1300	1000x1300
Perdite di carico delle “Curve” e delle “T”	m	2	2	2	2	4	4
Peso del nastro	Kg/m	112,5	12,5	18,5	18,5	18,5	18,5
Peso del gruppo di combustione	Kg	30	30	80	80	140	140

Installazione del Gruppo di Combustione all'esterno

Assemblaggio delle sezioni del Nastro Radiante

Il caldo e il freddo. *Risparmiare si può.*

I prodotti illustrati in questo manuale tecnico hanno tutti la Marcatura CE e sono conformi alle Norme e Direttive Comunitarie Europee che li riguardano.

La loro installazione è affidata ad Impiantisti competenti, qualificati ed abilitati che rilasceranno le dovute certificazioni di conformità alle Norme, Leggi, Decreti, Circolari Ministeriali, Regolamenti ed Approvazioni dei VV.F. e delle A.S.L. relative all'installazione di impianti.

Il calcolo del fabbisogno termico e la progettazione degli impianti di alimentazione gas ed alimentazione elettrica è affidata a Professionisti abilitati.

La Impresind declina ogni responsabilità sulla realizzazione degli impianti e sulla loro eventuale non conformità alle Norme di Sicurezza.

La Impresind non riconoscerà la garanzia sui prodotti installati in modo difforme da quanto indicato e prescritto nei "libretti di istruzione" e in presenza di impianti non conformi secondo quanto sopra specificato.

IL VOSTRO AGENTE/RIVENDITORE

Via 1° Maggio, 24 • 20064 Gorgonzola (MI) - Italia • Tel. +39 02 9574 1932 • Fax +39 02 9574 0637
e-mail: impresind@impresind.it • www.impresind.it

1543 R